

Rola CEMENTU w NISKOEMISYJNEJ GOSPODARCE do roku 2050





SPIS TREŚCI

04	Słowo wstępne
08	Europejski przemysł cementowy w liczbach
10	Niskoemisyjny sektor betonu i cementu w Europie w roku 2050
14	Historia produkcji cementu
18	Gdzie wykorzystuje się cement?
23	Jaka jest obecna sytuacja sektora?
26 	Pięć równoległych dróg
28 	1. Pięć równoległych dróg: efektywne wykorzystanie surowców
28	1.1 Paliwa alternatywne
32	1.2 Zastępowanie surowców
34	1.3 Zastępowanie klinkieru
36	1.4 Nowe rodzaje cementu
38	1.5 Efektywny transport
39 	2. Pięć równoległych dróg: efektywność energetyczna
39	2.1 Sprawność elektryczna
41	2.2 Sprawność cieplna
43 	3. Pięć równoległych dróg: wychwytywanie i ponowne wykorzystanie CO₂
43	3.1 Wychwytywanie i ponowne wykorzystanie CO ₂
47	3.2 Biologiczne wychwytywanie CO ₂
48 	4. Pięć równoległych dróg: efektywność produktów
48	4.1 Beton niskoemisyjny
50 	5. Pięć równoległych dróg: dalsi użytkownicy
50	Dlaczego używa się betonu?
52	5.1 Rozwój inteligentnych budynków i infrastruktury
54	5.2 Beton z recyklingu
55	5.3 Rekarbonatyzacja
56	5.4 Zrównoważone budownictwo
58	Przyszłość
61	Załącznik 1: Europejskie normy dotyczące cementu i betonu
62	Załącznik 2: Zrównoważona produkcja cementu

SŁOWO WSTĘPNE

Peter Hoddinott

Prezes Zarządu CEMBUREAU




Mr Peter Hoddinott
Prezes Zarządu CEMBUREAU

Działania przemysłu betonowego na rzecz wizji roku 2050

Wynalezienie przez ludzkość betonu było kluczowym wydarzeniem w historii rozwoju cywilizacji. Jego prostota, trwałość, wytrzymałość, dostępność kosztowa i nieskończone możliwości formowania zapewniają solidny fundament i właściwe środowisko dla życia społeczeństwa. Niektórzy nazywają beton „płynnym kamieniem”, który pozwala architektom, urbanistom i wykonawcom realizować wizje oraz tworzyć przestrzenie pełne piękna i światła. Ale to nie wszystko. Beton sprawdza się równie dobrze pod wodą, pod ziemią, w warunkach arktycznych i na najwyższych kondygnacjach drapaczy chmur. Cechuje go wysoka ognioodporność. Pochłania i uwalnia energię cieplną, tym samym, dzięki swojej bezwładności cieplnej, działa jak naturalny klimatyzator. Te wszystkie cechy czynią beton trzecią najczęściej wykorzystywaną na świecie substancją poza powietrzem i wodą – podstawowym materiałem nowoczesnego życia i społeczeństwa.

Niniejszy dokument dotyczy głównie możliwych działań mających na celu zmniejszenie emisji CO₂ z produkcji cementu przy zastosowaniu obecnych technologii, a także przewidywań na temat tego, co można by osiągnąć do roku 2050.

Oczywiście nie obędzie się bez haczyka. Szczególnym składnikiem lub spoiwem, które to wszystko umożliwia, jest raczej pospolicie wyglądający, szary proszek zwany cementem, a produkcja jego jednej tony zwykle generuje emisję 600-700 kg CO₂. Wynika to z faktu, że wymaga ona energii (zarówno z paliw, jak i elektrycznej), a w procesie wytwarzania uwalniany jest CO₂ związany w surowcach. W skali całego świata produkcja cementu odpowiada za około 5% antropogenicznej emisji CO₂. Nasza branża ma świadomość swojej odpowiedzialności i angażuje się w istotne działania mające na celu zmniejszenie emisji, zwłaszcza przez wkład w tzw. „zamkniętą” gospodarkę. Niniejszy dokument dotyczy głównie możliwych działań w celu zmniejszenia emisji CO₂ z produkcji cementu przy zastosowaniu obecnych technologii, a także przewidywań na temat tego, co można by osiągnąć do roku 2050.



W zależności od projektu, budynki i konstrukcje betonowe mogą być niezwykle eleganckie. To samo dotyczy efektywności energetycznej, w której beton ma do odegrania ważną rolę. Jego bezwładność cieplna oznacza, że mądrze opracowane nowoczesne betonowe budynki mogą w całym cyklu eksploatacyjnym zużyć o 75% mniej energii.

Jednak branża jest odpowiedzialna również za drugi obszar. Na przykład konwencjonalne budynki w ciągu ich użytkowania zużywają około 18% całkowitej energii wykorzystanej na świecie (i związanej z nią emisji CO₂), przy czym w Europie proporcja ta wzrasta do ponad 35%. W zależności od projektu, budynki i konstrukcje betonowe mogą być niezwykle eleganckie. To samo dotyczy efektywności energetycznej, w której beton ma do odegrania ważną rolę. Jego bezwładność cieplna oznacza, że mądrze opracowane nowoczesne betonowe budynki mogą w całym cyklu eksploatacyjnym zużyć o 75% mniej energii. Zatem to sposób i czas wykorzystywania betonu mogą mieć ogromny wpływ na globalną emisję. Branża cementowa jest liderem badań nad betonem, jego rozwojem, produkcją i technologią. Dzięki innowacyjnemu zastosowaniu produktów betonowych wkład branży w niskoemisyjną gospodarkę w roku 2050 może wyjść znacznie poza samą redukcję emisji związanej z produkcją cementu.

Przewidywanie przyszłości jest, jak wiadomo, obarczone ogromnym ryzykiem. Jednak na pewno w roku 2050 świat będzie bardzo różnił się od dzisiejszego. Proszę sobie przypomnieć, jak 40 lat temu ludzie wyobrażali sobie świat drugiej dekady XXI wieku. Mało kto przewidywał, że

Chiny będą na najlepszej drodze do wyprzedzenia USA jako największej światowej gospodarki, lub pomyślałby o gazowej rewolucji łupkowej bądź znaczeniu Prawa Moore'a. Dziś mamy dostęp do praktycznie całej wiedzy świata za pośrednictwem urządzenia mieszczącego się w kieszeni, chociaż jego najpopularniejszą funkcją jest dzielenie się wydarzeniami ze swojego życia z ponad 500 znajomymi. Możemy jednak zaobserwować kilka wyraźnych trendów:

- Oczekuje się, że od roku 2011 do 2050 liczba ludzi na świecie wzrośnie z 7 mld do 9,3 mld¹.
- Jednocześnie liczba ludności w miastach wzrośnie z 3,6 mld w roku 2011 do prawdopodobnie ponad 6 mld w roku 2050.
- Oczekuje się, że światowa gospodarka, o wartości czterokrotnie większej niż obecnie, będzie potrzebowała o 80% więcej energii.
- Przewiduje się, że do roku 2050 ilość osób podróżujących wewnątrz obszarów zurbanizowanych potroi się, a liczba samochodów osobowych na świecie podwoi się do ponad 2 mld.
- Innowacyjność w budownictwie zaowocuje bardziej efektywnymi energetycznie budynkami, które z obiektów zużywających energię mogą nawet stać się jej wytwórcami.

¹ Źródło: Organizacja Narodów Zjednoczonych, 2011

Większa liczba ludności i wzrost gospodarczy dodatkowo obciążą już i tak ograniczone zasoby naturalne oraz będą wymagać utrzymania działań w celu zneutralizowania wpływu na zmiany klimatu. Jako kluczowy składnik betonu, cement będzie miał do odegrania bardzo ważną rolę w gospodarce zasobami i rozwiązaniu problemów wynikających z rosnącej liczby ludności i postępującej urbanizacji. Do najbardziej kluczowych czynników należą:

- Innowacyjne budynki zapewniające efektywne energetycznie mieszkania lub miejsca pracy, a jednocześnie pełniące rolę obiektów wytwarzających energię odnawialną.
- Nowe rozwiązania transportowe minimalizujące oddziaływanie na środowisko oraz redukujące zatłoczenie.
- Pionowe budynki zmniejszające powierzchnię wymaganą dla 9 mld osób.
- Wielkie inwestycje pomagające wykorzystać energię wiatru, pływów i słońca.
- Infrastruktura pomagająca chronić nas przed możliwym podniesieniem się poziomu mórz i oceanów.

Beton będzie głównym materiałem wybieranym do realizacji większości z tych rozwiązań. Jednak jako branża nie będziemy się koncentrować wyłącznie na rozwiązaniach, które zapewniamy, ale również nadal będziemy postępować odpowiedzialnie, aby produkować z zachowaniem najwyższej staranności. Niniejsza mapa drogowa prezentuje różne ścieżki i możliwości istotnej redukcji emisji CO₂ w produkcji cementu. Jednak ich oddziaływanie nie ograniczy się tylko do zmniejszenia tej emisji, ponieważ może także doprowadzić do znaczącego obniżenia emisji innych gazów cieplarnianych, zużycia energii i wykorzystania zasobów naturalnych. Jesteśmy przekonani, że kombinacja tych równoległych dróg doprowadzi do stworzenia zrównoważonego przemysłu cementowego w Europie.

Nie należy zapominać, że przemysł cementowy nie działa sam – stanowi element europejskiego sektora budowlanego. W tym kontekście zasadne byłoby spojrzeć dalej niż na bramę cementowni i rozpoznać, w jaki sposób innowacje dotyczące betonu i technologii budowlanych mogą przyczynić się do bardziej zrównoważonego budownictwa

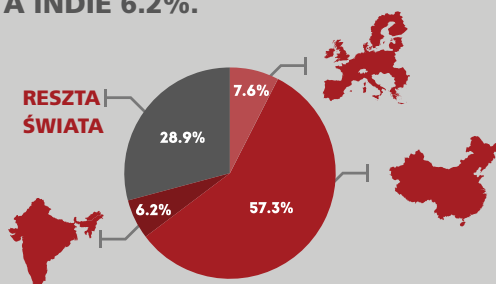


Jesteśmy przekonani, że kombinacja tych równoległych rozwiązań doprowadzi do stworzenia zrównoważonego przemysłu cementowego w Europie.

i tworzenia zoptymalizowanych budynków. Jesteśmy w pełni gotowi współpracować z sektorem budownictwa, politykami, kręgami naukowymi i społeczeństwem obywatelskim. Mamy nadzieję, że niniejszy dokument sprowokuje do dialogu prowadzącego do coraz bardziej zrównoważonego rozwoju branży cementowej i betonowej na rzecz świata, w którym żyjemy obecnie, a w przyszłości przeżyciemy go kolejnym pokoleniom.

Europejski PRZEMYSŁ CEMENTOWY W LICZBACH

W 2011 ROKU EUROPA WYTWARZAŁA 7.6% CAŁEGO CEMENTU NA ŚWIECIE
CHINY WYTWARZAŁY 57.3%, A INDIE 6.2%.



W EUROPIE ZUŻYWA SIĘ **NAJWIĘKSZĄ ILOŚĆ PALIW ALTERNATYWNYCH** W PROCESIE PRODUKCJI CEMENTU:
8.7% PALIW BYŁO BIOMASĄ Z ODPADÓW I
25.6% Z INNYCH ODPADÓW. JEDNAK TE UDZIAŁY WCIAŻ ROSNĄ



ZUŻYCIE ENERGII CIEPLNEJ NA PRODUKCJĘ CEMENTU W UE27 WYNIOSŁO W ROKU 2010 **7.6 X 10¹¹ MJ**, CZYLI RÓWNOWARTOŚĆ ENERGETYCZNĄ OKOŁO



W ROKU 2011 **PRODUKCJA CEMENTU** W UE27 ORAZ TURCJI WYNIOSŁA **263 MLN TON**



WARTOŚĆ **18€ MLD**



EUROPEJSKIE SPÓŁKI ZŁOŻYŁY W ROKU 2011 PONAD **800 ZGŁOSZEŃ PATENTOWYCH** DOTYCZĄCYCH CEMENTU



W ROKU 2010 W EUROPIE OBNIŻONO EMISJĘ CO₂ W UJĘCIU ABSOLUTNYM O 40 MLN TON W STOSUNKU DO ROKU 1990, CO ODPOWIEDZIA 29 MLN LOTÓW TAM I Z POWROTEM Z BRUKSELI DO NOWEGO JORKU NA KAŻDEGO PASAŻERA



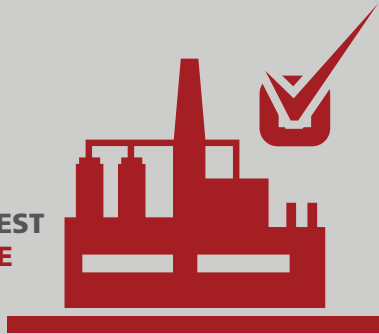
[1] The cement sector: a strategic contributor to Europe's future (Sektor cementowy – strategiczny wkład w przyszłość Europy) – Boston Consulting Group, 2013
<http://www.cembureau.eu/sites/default/files/documents/The%20Cement%20Sector%20-%20A%20Strategic%20Contributor%20to%20Europe%27s%20Future.pdf>
[2] W oparciu o: http://www.carbonindependent.org/sources_aviation.htm



3 Z PIĘCIU NAJWIĘKSZYCH
GLOBALNYCH PRODUCENTÓW
CEMENTU POSIADAJĄ CENTRALE
W UE28

**PONAD
90%**

WSZYSTKICH CEMENTOWNI
W EUROPIE WYPOSAŻONYCH JEST
W **EFEKTYWNE ENERGETYCZNIE**
PIECE PRACUJĄCE METODĄ
SUCHĄ



EUROPEJSKI PRZEMYSŁ CEMENTOWY [3]
TO OKOŁO



366 000 BEZPOŚREDNICH
I POŚREDNICH MIEJSC PRACY



Z KAŻDYM NOWYM
MIEJSCEM PRACY
W BUDOWNICTWIE POWSTAJĄ
DWA KOLEJNE W INNYCH
GAŁĘZIACH GOSPODARKI [4]

88-98%

EMISJI W CAŁKOWITYM
CYKLU ŻYCIA BUDYNKU
ZWIĄZANE JEST Z ETAPEM
JEGO UŻYTKOWANIA



CIĄGŁE BADANIA

DOPROWADZIŁY DO
ISTOTNEGO WZROSTU
WYTRZYMAŁOŚCI BETONU,
OZNACZA TO, ŻE

TEJ SAMĄ FUNKCJĘ MOŻE SPEŁNIĆ
MNIEJSZA ILOŚĆ BETONU



W ROKU 2011 EUROPEJSKI PRZEMYSŁ
CEMENTOWY WYKORzystał PONAD

7 MLN TON

PALIW ALTERNATYWNYCH,
CO STANOWIŁO 6-KROTNY

WZROST W PORÓWNANIU
Z ROKIEM 1990 I POZWOLIŁO
UNIKNĄĆ EMISJI

17 MLN TON CO₂

[3] Cement i beton dla UE 27 i Turcji. Źródło: Eurostat i CEMBUREAU

[4] Komunikat Komisji pt. „Konkurencyjność sektora budowlanego”, COM(97) 539 z dnia 4/11/1997

Niskoemisyjny sektor betonu i cementu w Europie w roku 2050

Niniejszy dokument przedstawia wizję sektora, w której jego ślad węglowy można zmniejszyć o 32% w porównaniu z poziomem z roku 1990 przy zastosowaniu głównie konwencjonalnych środków. Opisano w nim również potencjalne dzwignie dodatkowe, czyli o ile jeszcze można by zmniejszyć emisję przez zastosowanie nowo powstających technologii, takich jak wychwytywanie i składowanie CO₂ (ang. CCS – *carbon capture and storage*). Jeżeli wdrożona zostanie właściwa polityka i technologiczne warunki konieczne, można sobie wyobrazić potencjalną całkowitą redukcję emisji wynoszącą nawet do 80%.

Nasz przemysł skoncentrował się na pięciu ścieżkach prowadzących do osiągnięcia tych celów, przy czym uznaje się, że na trzy z nich ma wpływ. Potencjalne oszczędności z pozostałych dwóch zarysowanych dróg (efektywność produktów i efekty w dalszych elementach łańcucha dostaw) nie dotyczą bezpośrednio wytwarzania cementu, więc nie są tu opisane. Jednak nasz przemysł

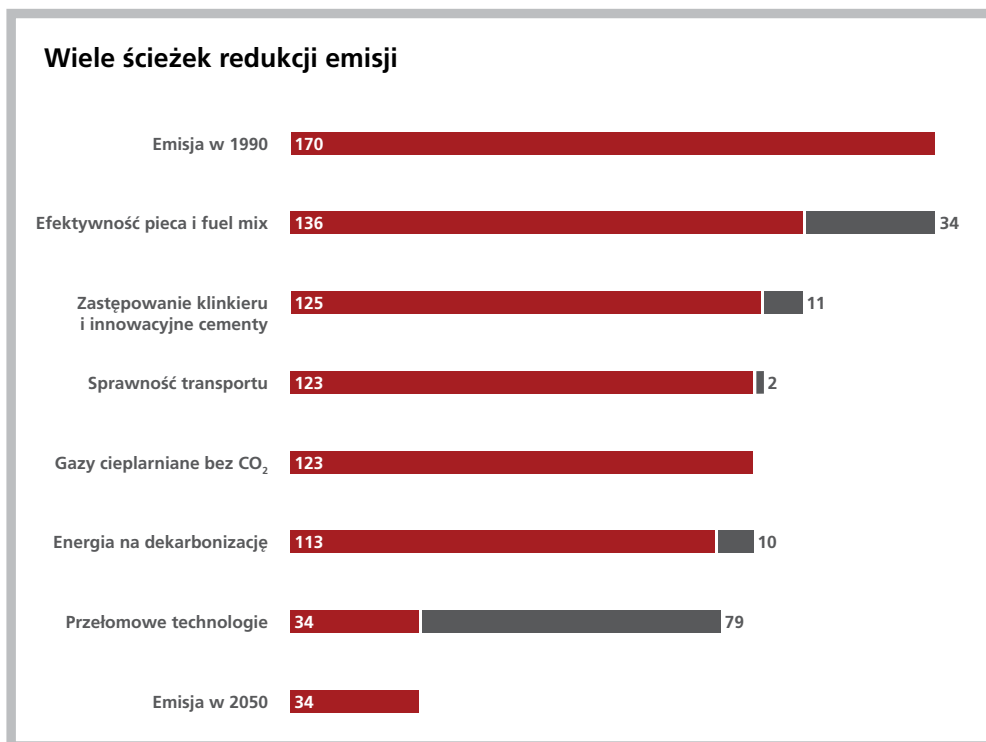
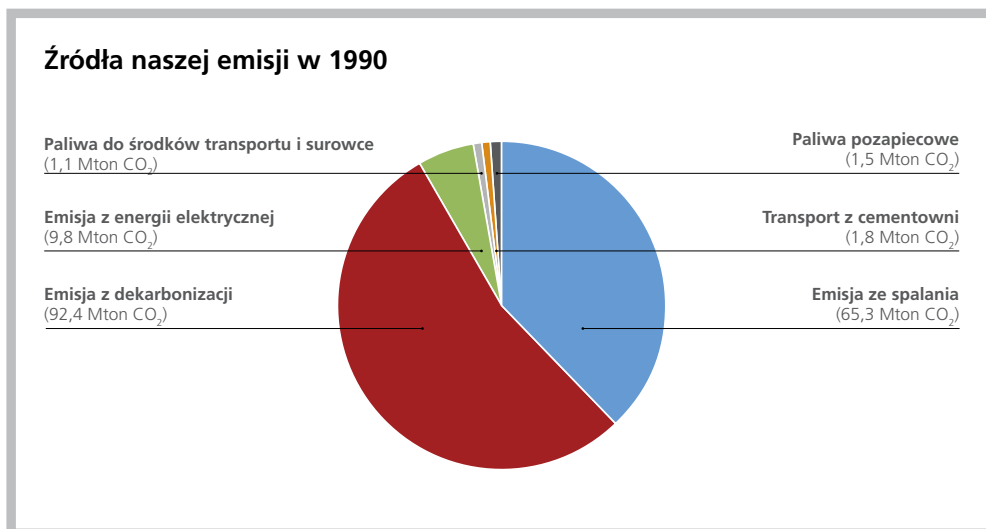
jest zdecydowany inwestować w innowacyjność, czyli badanie nowych sposobów wpływu, poprzez wykorzystanie cementu i betonu, na stworzenie gospodarki niskoemisyjnej o zamkniętym obiegu. Szczególnie w przypadkach, w których emisję w całym cyklu życia budynków i budowli można istotnie zmniejszyć dzięki inteligentnemu zastosowaniu betonu.



W przypadku każdego dodatkowego czynnika mapa drogowa wymienia kluczowe warunki powodzenia, wyzwania i zalecenia polityczne.

Nie ma jednego wyboru lub technologii, która przyniesie 80% redukcję emisji. Istotną redukcję da się osiągnąć tylko wówczas, gdy wykorzysta się kombinację wszystkich dróg zmniejszenia emisji

opisanych w poszczególnych rozdziałach poniżej. Wkład każdego z tych czynników w ogólną redukcję podsumowano na wykresach poniżej.





W ostatnich kilku dziesięcioleciach zużycie paliw alternatywnych wzrastało stabilnie i nic nie wskazuje na to, aby ten trend miał się zatrzymać. W obliczeniach założyliśmy mix paliwowy złożony w 60% z paliw alternatywnych (z których 40% stanowiłaby biomasa), w 30% węgla i w 10% koksu ponaftowego.

Elementy składowe i założenia

W celu wyliczenia potencjalnych oszczędności poczyniliśmy całą serię założeń:

Wielkość produkcji

Nie wiemy, ile cementu będzie się wytwarzać w Europie w roku 2050. Aby liczby miały sens, założyliśmy, że w 2050 będzie się produkować tyle samo cementu co w roku 1990.

Wytwarzanie energii

Chociaż udział energii elektrycznej w naszej emisji nie jest najwyższy, to jednak wykorzystujemy ją w procesie produkcji. Instalacje wychwytywania CO₂ istotnie zwiększą nasze zużycie energii. W obliczeniach założyliśmy, że w roku 2050 produkcja energii elektrycznej będzie bezemisyjna.

Emisje z transportu

Innowacje i normy w sektorze transportu doprowadzą do dalszej redukcji emisji spowodowanej transportem surowców do zakładu. Założono zatem zwiększenie o 50% sprawności wszystkich rodzajów transportu. Redukcję emisji transportowych z cementowni oparto na szacunkach przedstawionych w ścieżce

Ministerstwa Energii i Zmian Klimatycznych Wielkiej Brytanii do 2050 r., które zakładają, że do tego roku, udział transportu drogowego wyniesie 50%, kolejowego 23%, a wodnego 23%.

Zdolność produkcyjna zakładów

Wielkość cementowni ma wpływ na emisję i większe zakłady są zwykle sprawniejsze. Zakładamy dalszą konsolidację cementowni, przez co średnie moce produkcyjne podwoją się do 5 tys. ton klinkieru dziennie.

Mix paliwowy

W ostatnich kilku dziesięcioleciach zużycie paliw alternatywnych wzrastało stabilnie i nic nie wskazuje na to, aby ten trend miał się zatrzymać. W obliczeniach założyliśmy mix paliwowy złożony w 60% z paliw alternatywnych (z których 40% stanowiłaby biomasa), w 30% węgla w i 10% koksu ponaftowego. Jednak biorąc pod uwagę wzrost zużycia paliw alternatywnych, założono, że nie nastąpi żadna dalsza poprawa wykorzystania energii z paliw kopalnych. W przypadku paliw zużywanych poza piecem, w tym do suszenia surowców, napędzania pojazdów użytkowanych w zakładzie oraz ogrzewania pomieszczeń prognozuje się redukcję emisji o 30%.



Zawartość klinkieru i innowacyjne cementy

Założono, że cement wytwarzany w roku 2050 będzie zawierał średnio 70% klinkieru. Ponadto innowacyjne cementy (z których emisję CO₂ szacuje się na poziomie o 50% niższym niż w przypadku tych powszechnie stosowanych) mogą stanowić 5% łącznej produkcji cementu.

Przełomowe technologie

Na podstawie powyższych założeń oszacowano, że w przemyśle cementowym można potencjalnie osiągnąć redukcję emisji CO₂ o 32%. Tak więc aby sektor osiągnął redukcję o 80% proponowaną przez Komisję Europejską, potrzebne będą przełomowe technologie. Zgodnie z szacunkami do wyeliminowania pozostaje jeszcze emisja 81 mln ton CO₂. Założono zatem, że 85% łącznej produkcji klinkieru (co odpowiada 59% cementowni) będzie trzeba wytworzyć z wykorzystaniem np. technologii wychwytywania i składowania CO₂.

Aby sektor osiągnął redukcję o 80%, proponowaną przez Komisję Europejską, potrzebne będą przełomowe technologie. Zgodnie z szacunkami do wyeliminowania pozostaje jeszcze emisja 81 mln ton CO₂. Założono zatem, że 85% łącznej produkcji klinkieru (co odpowiada 59% cementowni) będzie trzeba wytworzyć z wykorzystaniem np. technologii wychwytywania i składowania CO₂.

Historia PRODUKCJI CEMENTU

Przed szczegółowym omówieniem każdej z pięciu ścieżek, konieczne jest przedstawienie szerszego opisu warunków przemysłowych, w których proponuje się te redukcje. W rozdziałach poniżej przedstawiono, dodatkowe informacje o właściwościach cementu, procesie jego produkcji, użytkowaniu, oraz o dotychczasowych osiągnięciach sektora w zakresie redukcji emisji.



Cement stosowany przez Rzymian wytwarzano z wykorzystaniem dostępnych lokalnie surowców, kredy i popiołu wulkanicznego ogrzewanych w otwartym ogniu.

Czym jest cement?


Cement to drobna, miękka, pylista substancja stosowana głównie do wiązania drobnego piasku oraz grubych kruszyw w beton. Cement jest spoiwem hydraulicznym działającym jak klej i twardniejącym po dodaniu wody.

Każdy zna słowo „cement”, ale często jest ono mylone z betonem lub zaprawą. Cement jest kluczowym składnikiem zarówno betonu, jak i zaprawy, a przed użyciem jest zawsze mieszany, z innymi materiałami:

- Cement zmieszany z wodą, piaskiem i żwirem tworzy beton, a właśnie w tym celu wykorzystywana jest ogromna większość cementu.
- Cement mieszany z wodą, wapnem i piaskiem tworzy zaprawę.

Cement i beton są stosowane do wznoszenia trwałych budowli już od bardzo długiego czasu. Ukończone w 80 roku n.e. w Rzymie Koloseum stanowi dobry przykład tego, jak budowla betonowa potrafi oprzeć się działaniu czasu. Cement stosowany przez Rzymian wytwarzano z wykorzystaniem dostępnych lokalnie surowców, kredy i popiołu wulkanicznego, ogrzewanych w otwartym ogniu. Współczesną wersję cementu, zwaną cementem portlandzkim, opracowano na początku XIX wieku i od tego czasu stale go udoskonalano.

Istnieje 27 rodzajów cementów powszechnego użytku, które można podzielić na pięć ogólnych kategorii (cement portlandzki CEM I, wieloskładnikowy cement portlandzki CEM II, cement hutniczy CEM III, cement puculanowy



Dzięki szczególnym wiążącym właściwościom cementu beton jest bardzo wytrzymałym, trwałym materiałem zdolnym do przenoszenia dużych obciążeń i odpornym na skrajne warunki środowiskowe.

CEM IV i cement wieloskładnikowy CEM V) oraz trzy klasy wytrzymałości: zwykła, wysoka i bardzo wysoka. W normie na cement powszechnego użytku wymieniono ponadto siedem cementów powszechnego użytku odpornych na siarczany, trzy odrębne cementy hutnicze o niskiej wytrzymałości wczesnej oraz dwa cementy hutnicze o niskiej wytrzymałości wczesnej odporne na siarczany. Istnieje również pewna liczba cementów specjalnych, takich jak cement anhydrytowy, cement o bardzo niskim ciepłe hydratacji oraz cement glinowo-wapniowy.

Czym jest beton?

Beton to mieszanina cementu, wody i kruszyw, a w niektórych przypadkach również niewielkich ilości domieszek chemicznych. Kruszywa stanowią około 60-70% mieszaniny, a cement i woda resztę. Kruszywa to zwykle obojętne materiały gruboziarniste takie jak żwir, tłuczeń, piasek lub beton z recyklingu. Rodzaj wybranego kruszywa i cementu zależy od zastosowania betonu. Dzięki szczególnym wiążącym właściwościom cementu beton jest bardzo wytrzymałym, trwałym materiałem zdolnym do przenoszenia dużych obciążeń i odpornym na skrajne warunki środowiskowe.

Cement i beton

Ogromna większość cementu wykorzystywana jest do wytwarzania betonu. Z tego względu każda mapa drogowa musi również uwzględnić ostateczny produkt, czyli beton. Jest to szczególnie istotne, ponieważ wraz z opracowaniem nowych

rodzajów cementu jego ilość potrzebna do wytworzenia betonu może się zmieniać.

Efektywne wykorzystywanie produktów cementowych i betonu oraz aspekty końca cyklu ich eksploatacji mają bezpośredni wpływ na zrównoważony charakter betonu. W niniejszej mapie drogowej uwzględnione zostaną zatem innowacyjne metody budowlane umożliwiające ponowne wykorzystanie betonowych elementów i komponentów budowlanych.

Produkcja cementu

Proces wytwarzania cementu można podzielić na dwa podstawowe etapy:

- Najpierw wytwarza się klinkier (główny składnik cementu) w piecu o temperaturze gazów sięgającej 2000°C, w której surowce takie jak kamień wapienny (węglan wapnia) z niewielką ilością innych materiałów (np. gliny) ogrzewa się do temperatury 1450°C. W czasie tego procesu, zwanego kalcynacją, węglan wapnia (kamień wapienny) przekształca się w tlenek wapnia (wapno), które następnie reaguje z pozostałymi składnikami surowca, tworząc nowe minerały zwane łącznie klinkierem. Ten prawie stopiony materiał schładza się następnie szybko do temperatury 100-200°C.
- Następnie klinkier mieli się wraz z gipsem i innymi materiałami na szary pył znany jako cement.

Efektywne wykorzystywanie produktów cementowych i betonu oraz aspekty końca cyklu ich eksploatacji mają bezpośredni wpływ na zrównoważony charakter betonu. W niniejszej mapie drogowej uwzględnione zostaną zatem innowacyjne metody budowlane umożliwiające ponowne wykorzystanie betonowych elementów i komponentów budowlanych.



1 – Produkcja klinkieru

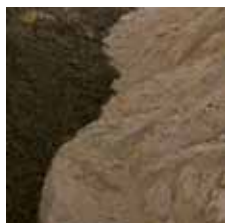
■ *Wydobycie surowców*

Cementownie buduje się zwykle blisko naturalnie występujących surowców takich jak kamień wapienny, margiel lub kreda, które wydobywa się w kopalniach odkrywkowych. Stanowią one źródło węgla wapnia (CaCO_3). W celu zapewnienia dodatkowych składników mineralnych, takich jak tlenek żelaza (Fe_2O_3), tlenek glinu (Al_2O_3) i krzemionka (SiO_2), mogą być potrzebne niewielkie ilości takich materiałów jak ruda żelaza, boksyt, glina lub piasek.



■ *Kruszenie*

Surowce wydobywa się, transportuje do kruszarki, która rozdrabnia je na kawałki o wielkości 10 cm.



■ *Mielenie surowców*

Po rozdrobnieniu surowce miesza się i mieli razem na „mączkę surowcową”. W celu zagwarantowania wysokiej jakości cementu bardzo uważnie monitoruje się i kontroluje skład chemiczny surowców oraz powstałej z nich mączki surowcowej.



■ *Wstępne ogrzewanie*

Gorące spaliny płynące z pieca wstępnie podgrzewają mączkę surowcową przed jej podaniem do pieca cementowego. Podgrzewacz składa się z serii cyklonów, przez które mączka surowcowa jest transportowana w kierunku przeciwnym do wirujących gorących spalin. Dzięki temu odzyskuje się energię cieplną z gorących spalin, co ma tę zaletę, że wzrasta sprawność procesu i zmniejsza się zapotrzebowanie na paliwa. W zależności od zawartości wilgoci w surowcach oraz wymogów w zakresie odzysku ciepła piec może być wyposażony nawet w sześć stopni cyklonów, przy czym ilość odzyskanego ciepła wzrasta z każdym dodatkowym stopniem.



■ *Prekalcynacja*

Kalcynacja to przekształcenie kamienia wapiennego w wapno. W nowoczesnych instalacjach część tej zachodzącej w wysokich temperaturach reakcji odbywa się w „prekalcynatorze”, czyli komorze paleniskowej na dole podgrzewacza nad piecem, a część w samym piecu. W procesie tym następuje chemiczny rozkład kamienia wapiennego, który zwykle odpowiada za 60% łącznej emisji CO_2 z procesu wytwarzania cementu. Reszta CO_2 pochodzi ze spalania paliwa.



■ *Produkcja klinkieru w piecu obrotowym*

Prekalcynowana mączka rozgrzana do około 1000°C trafia następnie do pieca. Paliwo (takie jak węgiel, koks ponaftowy, gaz, ropa naftowa i paliwa alternatywne) spala się bezpośrednio w piecu obrotowym w temperaturze sięgającej 2000°C w celu podgrzania surowców do temperatury 1450°C. Piec (wymurowana cegłą metalowa rura o średnicy 3-5 m i długości 30-60 m) obraca się około 3-5 razy na minutę, a surowce przesypują się przez coraz gorętsze strefy pieca w kierunku płomienia. Intensywne ciepło wywołuje reakcje chemiczne i fizyczne powodujące częściowe stopienie mączki w klinkier. Istnieją starsze, znacznie mniej sprawne technologie, np. piece pracujące metodą mokrą, do których surowce podaje się w formie mokrego szlamu, a nie proszku (jak w przypadku pieców pracujących metodą suchą), jednak prawie wszystkie piece metody mokrej już wycofano i obecnie ponad 90% europejskiego klinkieru cementowego powstaje w piecach pracujących metodą suchą.



■ *Chłodzenie i składowanie*

Po opuszczeniu pieca gorący klinkier chłodzi się dużą ilością powietrza, z którego część może służyć jako powietrze do spalania. Chłodniki mają kluczowe znaczenie dla powstania w klinkierze minerałów determinujących właściwości cementu. W tym procesie wstępnie podgrzewa się powietrze do spalania, tym samym minimalizując ogólną stratę energii z instalacji. Klinkier zwykle wykorzystuje się na miejscu, ale można go też przewozić samochodami ciężarowymi, koleją lub drogą wodną do innych przemiałowni.



2 – Mielenie cementu

Do klinkieru dodaje się około 4-5% gipsu, który kształtuje czas wiązania gotowego cementu. Schłodzoną mieszankę klinkieru i gipsu mieli się na szary proszek zwany cementem portlandzkim. Można ją też zmielić z innymi składnikami mineralnymi w celu wyprodukowania wieloskładnikowego cementu portlandzkiego. Tradycyjnie do mielenia stosowano młyny kulowe, ale obecnie w wielu nowoczesnych cementowniach stosuje się sprawniejsze technologie, takie jak prasy rolowe i młyny pionowe lub ich kombinacje.



■ *Mieszanie*

Cement można również mieszać z innymi drobno zmielonymi składnikami mineralnymi, takimi jak znaczne ilości żużla, popiołu lotnego, kamienia wapiennego lub innymi dodatkami zastępującymi część klinkieru, co często pozwala osiągnąć istotną redukcję emisji CO₂.



■ *Składowanie cementu w silosach*

Ostateczny produkt ujednorodnia się i składowuje w silosach cementu, a następnie transportuje na stanowisko pakowania (w przypadku cementu w workach) lub do silosu w celu wysyłki transportem wodnym, drogowym lub kolejowym.

Gdzie WYKORZYSTUJE SIĘ CEMENT?

Cement odgrywa kluczową, a jednak często niezauważalną rolę w naszym życiu. Cement jest wykorzystywany głównie jako spoiwo w betonie, który z kolei stanowi podstawowy materiał we wszelkiego rodzaju budownictwie (mieszkania, drogi, szkoły, szpitale, zapory i porty), jednak jest również wykorzystywany do zastosowań dekoracyjnych (patio, posadzki, klatki schodowe, podjazdy, obrzeża basenów) oraz w produktach takich jak stoły, rzeźby lub regały na książki. Beton jest uniwersalnym, niezawodnym materiałem budowlanym o całej gamie zastosowań. Przy rozważaniu możliwych ścieżek redukcji śladu węglowego europejskiego przemysłu cementowego istotne jest przeanalizowanie niektórych cech tej branży wpływających na dostępność lub możliwość wdrożenia mechanizmów redukcji emisji.

Dlaczego niniejsza mapa drogowa dotyczy głównie CO₂?

Branżę cementową cechuje wysoka emisyjność oraz energo- i materiałochłonność. Działania mające na celu zmniejszenie zużycia energii i poprawy efektywności surowcowej doprowadzają zatem de facto do zmniejszenia emisji CO₂ (stąd koncentracja na emisji tego gazu). Połączenie emisji procesowej (gazu uwalnianego podczas przekształcania wapienia w wapno w procesie produkcyjnym) oraz emisji związanej z wytworzeniem potrzebnej energii cieplnej daje istotną emisję CO₂ na każdą tonę cementu. Należy zwrócić uwagę, że w procesie produkcji cementu występują tylko nieznaczne ilości innych gazów powodujących efekt cieplarniany, takich jak CH₄ i N₂O⁶.

Proces a kapitałochłonność branży

Koszt wybudowania nowej cementowni o rocznej mocy produkcyjnej 1 mln ton przekracza zwykle 150 mln EUR. Bardzo kosztowna jest również modernizacja istniejących cementowni. Ponadto przedsiębiorstwa muszą ponosić poważne koszty inwestycyjne i eksploatacyjne, aby spełnić wymagania europejskiego prawodawstwa w zakresie ochrony środowiska. 30% łącznych kosztów operacyjnych przemysłu cementowego

to koszty energii. Koszt wybudowania nowej cementowni jest mniej więcej równy jej obrotom za trzy lata, co plasuje przemysł cementowy wśród najbardziej kapitałochłonnych branż. Z tego względu zwykle musi upłynąć wiele czasu, zanim te wielkie inwestycje się zwrócą. Modyfikacje zakładów należy planować ostrożnie, ponieważ typowe cykle inwestycyjne w tym sektorze wynoszą około 30 lat. Z tego względu osiągnięcie celów mapy drogowej niskoemisyjnej gospodarki w roku 2050 w europejskim przemyśle cementowym będzie polegało na zbilansowaniu niedawnych inwestycji z planowaniem nowych w nadchodzących dekadach.

Przemysł o jednolitym produkcie

Chociaż cement wytwarza się z występujących naturalnie surowców, które mogą się istotnie różnić w różnych cementowniach, to jest on produktem wytwarzanym w Europie zgodnie ze zharmonizowaną normą. Niezależnie od występowania wyspecjalizowanych segmentów, wiele cementów można zastępować innymi, co przyczynia się do konkurencji na rynku cementu. Oznacza to również, że produkcji w Europie może bardzo poważnie zagrazić tańszy import.

⁶ Cement Sustainability Initiative (CSI – Inicjatywa na rzecz Zrównoważonego Cementu): CO₂ and Energy Accounting and Reporting Standard for the Cement Industry (Standard rozrachunku i raportowania CO₂ oraz energii dla branży cementowej), maj 2011



Osiągnięcie celów mapy drogowej niskoemisyjnej gospodarki roku 2050 w europejskim przemyśle cementowym będzie polegało na zbilansowaniu niedawnych inwestycji z planowaniem nowych w nadchodzących dekadach.

Lokalny przemysł

Cement jest wytwarzany i używany głównie w skali lokalnej. Jednak transportuje się go również na wielkie odległości transportem morskim, śródlądowym i drogowym, ponieważ zakłady racjonalizują i wykorzystują gospodarczy efekt skali. Koszty transportu drogą lądową są wysokie. Transport cementu kosztuje około 10 euro za tonę za każde 100 km transportu drogowego, ale już przesłanie go na drugi brzeg Morza Śródziemnego drogą morską kosztuje tylko 15 euro za tonę⁷. Koszt przetransportowania tony cementu z północnego wybrzeża Francji na drugi brzeg Atlantyku jest niższy niż przewiezienia jej samochodem ciężarowym do Paryża. Jeżeli zakłady nie wykorzystują całości swoich mocy produkcyjnych, końcowy koszt wytworzenia dodatkowej tony może być stosunkowo niski. Ponieważ znaczna część

europejskiego rynku cementu leży w opłacalnej ekonomicznie odległości transportu od portu morskiego, wszystkie te czynniki oznaczają, że europejskie cementownie zagrożone są przez import.

Branża powiązana z cyklami gospodarczymi

Zużycie cementu jest ściśle związane z rozwojem gospodarczym lokalnego obszaru lub kraju. Na rozwiniętych rynkach takich jak Europa, gdzie zużycie cementu na 1 mieszkańca nadal jest istotnie zróżnicowane, biorąc pod uwagę poszczególne kraje, sprzedaż cementu uzależniona jest od aktywności sektora budowlanego, która jest blisko powiązana (choć zwykle z lekkim opóźnieniem) z ogólną aktywnością gospodarczą.

⁷ Źródło: Climate Strategies (Strategie klimatyczne), 2007

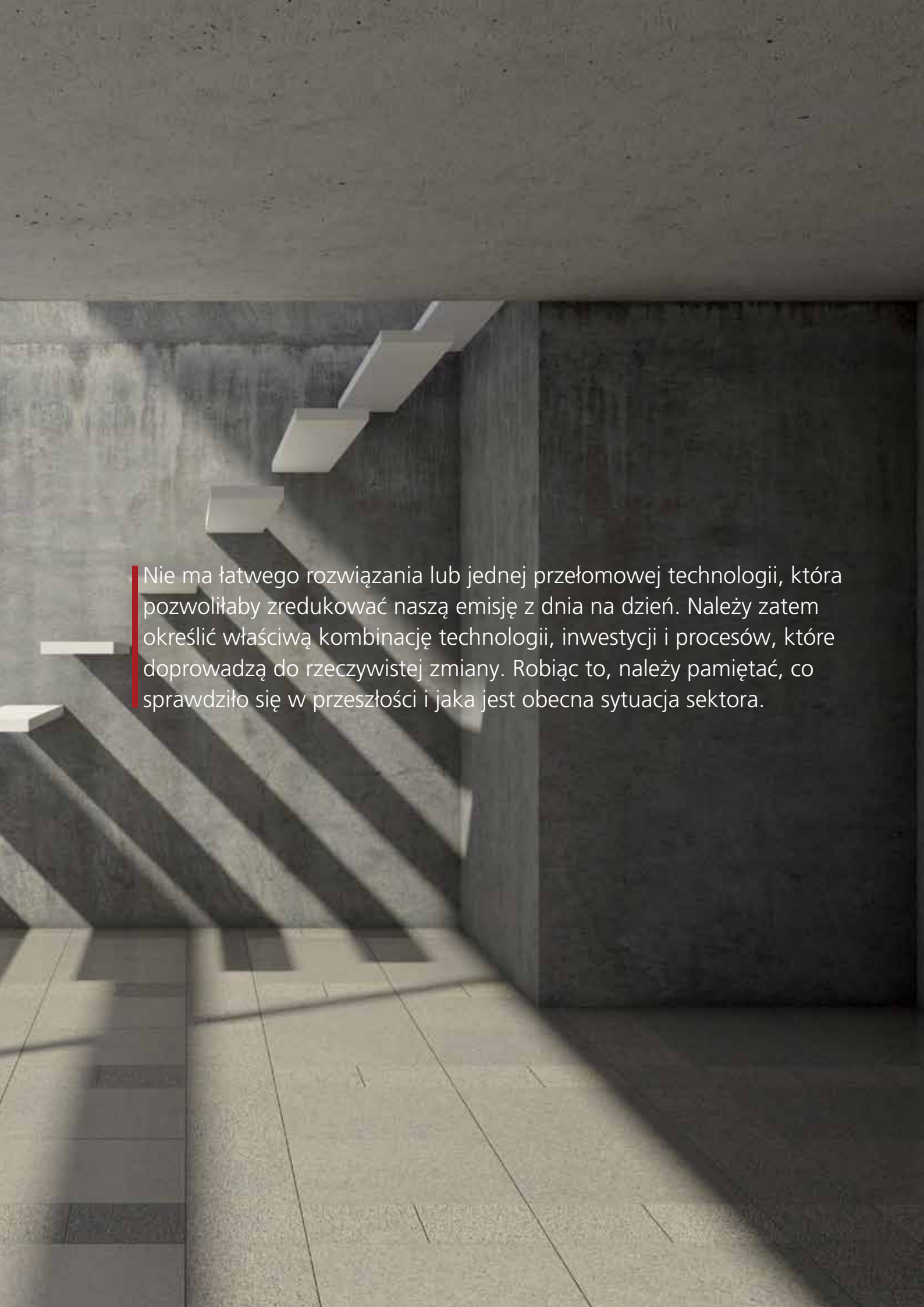
Beton:
Prostota, Trwałość, Wytrzymałość,
Dostępność i Wszechstronność

Kolej Zielone dachy Mosty
Lotniska Baseny Budynki wysokie
Porty Budynki biurowe Pomniki Schody



Rury wodne Silosy **Tunele** Magazyny Parkingi
Zbiorniki wodne Kanalizacja Elektrownie Zapory
Wysokie budynki mieszkalne **Domy** wiatrowe **Drogi**





Nie ma łatwego rozwiązania lub jednej przełomowej technologii, która pozwoliłaby zredukować naszą emisję z dnia na dzień. Należy zatem określić właściwą kombinację technologii, inwestycji i procesów, które doprowadzą do rzeczywistej zmiany. Robiąc to, należy pamiętać, co sprawdziło się w przeszłości i jaka jest obecna sytuacja sektora.

Jaka jest OBECNA SYTUACJA SEKTORA?

Branżę cementową cechuje wysoka emisyjność oraz energo- i materiałochłonność. Działania mające na celu zmniejszenie zużycia energii i poprawy efektywności surowcowej doprowadzą zatem de facto do zmniejszenia emisji CO₂ (stąd koncentracja na emisji CO₂). Połączenie emisji procesowej (gazu uwalnianego podczas przekształcania wapienia w wapno w procesie produkcyjnym) oraz emisji związanej z potrzebną energią cieplną generowało w roku 1990 emisję około 912 kg CO₂ na 1 tonę klinkieru. Redukcja emisji CO₂ wymaga zharmonizowanych działań w wielu kierunkach jednocześnie. Nie ma jednak łatwego rozwiązania lub jednej przełomowej technologii, która pozwoliłaby zredukować naszą emisję z dnia na dzień. Należy zatem określić właściwą kombinację technologii, inwestycji i procesów, które doprowadzą do rzeczywistej zmiany. Robiąc to, należy pamiętać, co sprawdziło się w przeszłości i jaka jest obecna sytuacja sektora.

Redukcja w ostatnich 20 latach


W ciągu ostatnich 20 lat europejski przemysł cementowy zmniejszył emisję CO₂ na 1 tonę cementu z 719 kg w roku 1990 do 660 kg w 2010, wdrażając takie rozwiązania jak:

- Zastąpienie pieców pracujących metodą mokrą o wiele sprawniejszymi energetycznie piecami metody suchej. Obecnie ponad 90% cementu wytwarzanego w Europie powstaje w tej technologii.
- Poprawa technologii przemiału skutkująca zmniejszeniem zużycia energii elektrycznej, a tym samym redukcją emisji z sektora energetycznego.
- Poprawa zużycia energii cieplnej prowadząca do bardzo wysokiej sprawności cieplnej procesu wytwarzania klinkieru.
- Optymalizacja i modernizacja istniejących cementowni przez zainstalowanie najnowocześniejszej automatyki, technologii sterowania procesem i urządzeniami pomocniczymi.
- Wykorzystanie większych ilości paliw alternatywnych (siedmiokrotny wzrost od roku 1990), tzn. materiałów odpadowych lub biomasy.
- Wykorzystanie materiałów odpadowych takich jak zanieczyszczone gleby, odpady budowlane, formy ceramiczne, piasek formierski, gips z płyt gipsowo-kartonowych,

walcovina, pył z pieca cementowego, cegły ogniotrwałe i odpady zmiatane z dróg lub popioły lotne jako surowce, a tym samym zmniejszenie zapotrzebowania na wapień i inne naturalne surowce w procesie produkcyjnym. Jest to możliwe dzięki bardzo wysokim temperaturom panującym w piecu, które rozkładają wszystkie wprowadzane minerały i przekształcają je w zupełnie nowe minerały klinkieru.

- Zastępowanie klinkieru materiałami takimi jak drobno zmielony wypełniacz wapienny, mielone naturalne pucolany lub reaktywne produkty uboczne innych branż, takie jak popiół lotny.

Dotychczasowe działania w celu zredukowania emisji CO₂ były nieodłącznym elementem poprawy zrównoważonego charakteru naszych przedsiębiorstw i zaspokajania potrzeb naszych klientów.



Produkcja cementu i wapna jest unikalna, ponieważ większość gazów powodujących efekt cieplarniany nie jest emitowana w związku z uzyskiwaniem energii ze spalanej paliwa, ale pochodzi z samych surowców.



Nasz unikalny profil emisyjny

Produkcja cementu i wapna jest unikalna, ponieważ większość gazów powodujących efekt cieplarniany nie jest emitowana w związku z uzyskiwaniem energii ze spalnego paliwa, ale pochodzi z samych surowców. Około 60% łącznej emisji CO₂ z wytwarzania klinkieru uwalnia się bezpośrednio na skutek przetwarzania wapienia. Większość z pozostałych 40% pochodzi ze spalania paliwa w piecu w celu osiągnięcia wysokich temperatur koniecznych do powstania minerałów klinkieru.

Pośrednia emisja ze zużycia energii elektrycznej stanowi około 6% łącznej emisji CO₂.

Powyższe dane i te w kolejnych sekcjach pochodzą z bazy danych „Getting the Numbers Right” – GNR (Ustalenie właściwych wielkości). Uwzględniono w niej również kluczowe czynniki determinujące emisję i wydajność. Powyższa baza danych dostarcza przemysłowi i politykom bieżących danych o wydajności oraz pomaga w analizach i ocenach.


Dotychczasowe działania mające na celu zredukowanie emisji CO₂ były nieodłącznym elementem poprawy zrównoważonego charakteru naszych przedsiębiorstw i zaspokajania potrzeb naszych klientów.

Europejski przemysł cementowy w UE27 (według danych z roku 2011)⁸

	2011	Jednostka
Produkcja klinkieru	140	mln ton
Produkcja cementu	191	mln ton
Bezpośrednia emisja CO ₂ (bez CO ₂ z wytwarzania energii elektrycznej)	122	mln ton
Ilość wykorzystanych paliw alternatywnych	7,66 (25,6% łącznego zużycia energii cieplnej)	mln ton
Ilość wykorzystanej biomasy	2,15 (8,7% łącznego zużycia energii cieplnej z paliw)	mln ton
Zużycie surowców alternatywnych w cemencie portlandzkim lub wieloskładnikowym	47,8	mln ton
Łączne zużycie energii cieplnej (wszystkie źródła paliwowe łącznie)	12,8	mln ton ekwiwalentu ropy naftowej (mniej więcej równe zapotrzebowaniu Ekwadoru na energię)
CO ₂ na tonę klinkieru	849	kg CO ₂ /tonę klinkieru
Średnie zużycie energii cieplnej	3 730 ⁹	MJ/tonę klinkieru
Średnie zużycie energii elektrycznej	114	kWh/tonę cementu

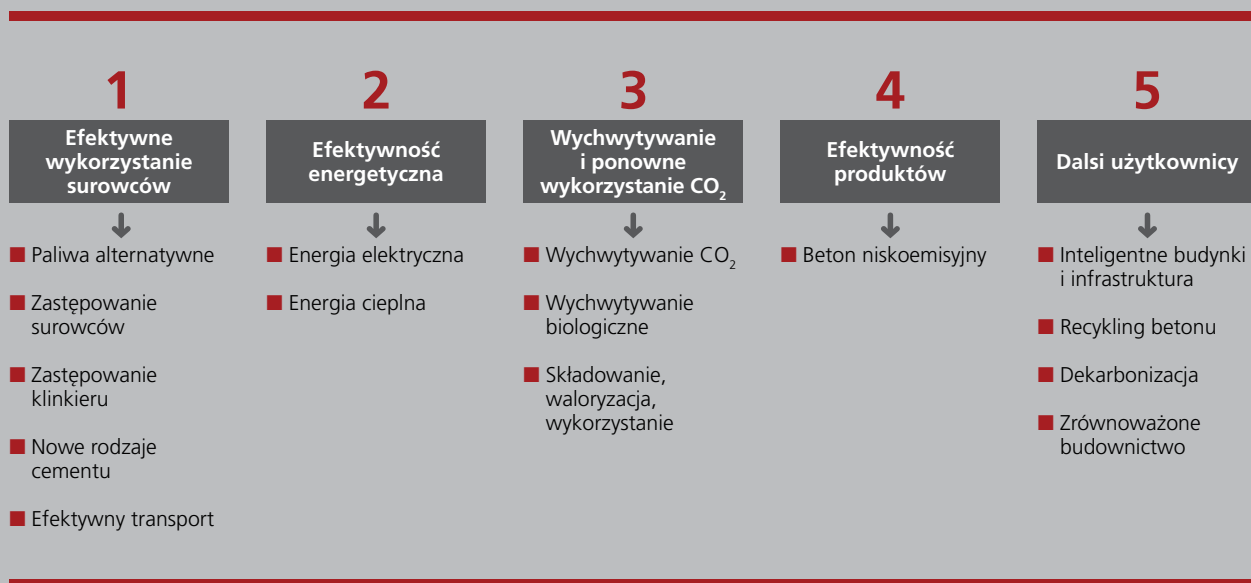
⁸ Aby sprawozdania miały sens, definicja cementu stosowana w bazie danych GNR różni się nieco od tej stosowanej powszechnie. W niniejszym dokumencie „cement” i „spoiwa mineralne” uznaje się za równoważne wyrażenia.

⁹ Na podstawie cementu szarego



PIĘĆ RÓW- NOLEGŁYCH DRÓG

Mapa drogowa 2050 oparta jest na pięciu równoległych drogach, z których każda może przyczynić się do obniżenia emisji związanej z produkcją zarówno cementu, jak i betonu. Pierwsze trzy ścieżki na tej mapie skwantyfikowano. Ostatnie ścieżki pn. „sprawność produktu” i „następne ogniwa łańcucha” stanowią analizę tego, jak cement i beton mogą przyczynić się do powstania nieskoemisyjnego społeczeństwa i tym samym łączą niniejszą mapę drogową z sektorem budowlanym.



1 Pięć równoległych dróg: EFEKTYWNE WYKORZYSTANIE SUROWCÓW

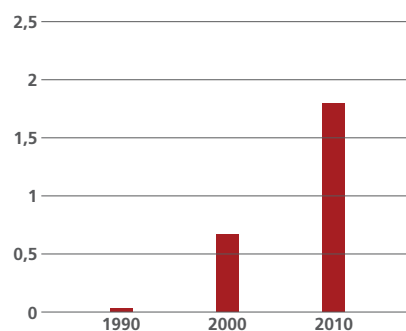
1.1 Paliwa alternatywne

Pokróctce:

- Obecnie wykorzystuje się coraz więcej paliw alternatywnych, w tym paliw z odpadów; stanowią one prawie jedną trzecią wszystkich źródeł energii cieplnej w przemyśle cementowym w UE.
- Produkcja cementu idealnie nadaje się do współpalania takich odpadów jak opony, osady, trociny i inne.
- Europejski przemysł cementowy systematycznie zwiększa ilość wykorzystywanych paliw alternatywnych (7-krotny wzrost od roku 1990), osiągając poziom ponad 7 mln ton w roku 2010.
- Poza odzyskiem energetycznym, popiół z paliw zostaje w całości wykorzystany jako surowiec w produkcji cementu.
- W celu zwiększenia wykorzystania paliw alternatywnych konieczna jest również poprawa dostępu do odpadów i biomasy. Pomoże w tym:
 - promowanie lepszego zrozumienia możliwości współprzetwarzania i płynących z niego korzyści;
 - wprowadzenie ustawodawstwa promującego współprzetwarzanie odpowiednich materiałów odpadowych.

Produkcja cementu jest energochłonna, a obecnie jako źródło paliwa wykorzystywana jest kombinacja węgla, koksu ponaftowego, biomasy i odpadów. Wykorzystanie paliw alternatywnych takich jak biomasa lub odpady ma natychmiastowy wpływ na profil emisyjny przemysłu, który chociaż już wykorzystuje duże ilości takich materiałów, to może je jeszcze zwiększyć w przyszłości. Unikalny proces i potrzeby energetyczne przemysłu cementowego umożliwiają wykorzystanie mixów paliwowych, które nie byłyby odpowiednie dla wielu innych branż. Możliwość mieszania paliw kopalnych, takich jak węgiel lub gaz z odpadami, biomasą i przemysłowymi produktami ubocznymi, jest korzystna zarówno z punktu widzenia efektywności zasobowej, jak i bezpieczeństwa dostaw.

Zużycie biomasy
(miliony ton biomasy)





Unikalny proces i potrzeby energetyczne przemysłu cementowego umożliwiają wykorzystanie mixów paliwowych, które nie byłyby odpowiednie dla wielu innych branż.

W Europie przemysł cementowy zastąpił dużą część swoich tradycyjnych źródeł paliwa biomasą lub odpadami. Z technicznego punktu widzenia możliwe są znacznie wyższe wskaźniki zastąpienia, przy czym niektóre cementownie już teraz uzyskują do 80% energii z paliw alternatywnych¹⁰.

Poza bezpośrednimi efektami zastąpienia wysokoemisyjnych paliw kopalnych mniej emisyjnymi paliwami alternatywnymi, występują również korzyści pośrednie. Materiały odpadowe utylizowane na składowiskach lub w spalarniach same z siebie powodują emisję gazów cieplarnianych takich jak metan w gazie składowiskowym. Dzięki wykorzystaniu tych materiałów jako paliw alternatywnych w cementowniach unika się powstawania szkodliwych emisji wynikających z rozkładu odpadów. Wykorzystanie odpadów jako paliwa alternatywnego w piecach cementowych przyczynia się więc do obniżenia łącznej emisji CO₂. Do typowych paliw alternatywnych klasyfikowanych jako produkty odpadowe należą zużyte opony, przetworzone oleje i rozpuszczalniki, wstępnie

przetworzone odpady przemysłowe i komunalne oraz odpady z tworzyw sztucznych, tekstyliów i papieru. Zastępowanie importowanych paliw kopalnych lokalnymi alternatywnymi generuje również redukcję emisji z transportu.

Czyste, neutralne emisyjnie paliwa z biomasy wykorzystywane obecnie w przemyśle cementowym to mączka zwierzęca, odpady drewniane, trociny i osady ściekowe. Poza tymi paliwami w światowym przemyśle cementowym spala się również wiele innych organicznych materiałów odpadowych, ale na mniejszą skalę. Odpady zawierające biomasę to głównie wstępnie przetworzone produkty przemysłowe i komunalne (zawierające organiczne włókna, tkaniny i papier).

Współprzetwarzanie odpadów jest tańsze niż inwestowanie w wyspecjalizowane instalacje (spalarnie), które wymagają ogromnych nakładów kapitałowych i zwykle cechują się wyższymi kosztami eksploatacyjnymi.

¹⁰ Średnio rocznie

Osady ściekowe a produkcja cementu

Osady ściekowe to produkt uboczny oczyszczania ścieków. Do niedawna problem tych odpadów rozwiązywano głównie przez ich składowanie na otwartych składowiskach, na składowiskach odpadów lub ich wykorzystanie w rolnictwie. Jednak pojawia się coraz więcej obaw dotyczących pozostałości organicznych w osadach ściekowych, które czynią ich rolnicze wykorzystanie kontrowersyjnym. Osady ściekowe można również traktować jako źródło zarówno paliw alternatywnych, jak i surowca w wysokotemperaturowym procesie wytwarzania klinkieru. Pozostałości organiczne zostają w nim zniszczone. Należy zwrócić uwagę, że osady ściekowe występują obecnie w nadmiarze, więc potrzeba znalezienia alternatywnych sposobów ich przetwarzania staje się coraz większa.

Holandia i Hiszpania to tylko dwa przykłady krajów, w których przemysł cementowy rozwiązuje problem osadów ściekowych. Cementownia ENCI w Maastricht (Holandia) współpracuje od marca 2000 roku z Zarządem Oczyszczalni w Limburgu nad opracowaniem sposobów odbioru wstępnie przetworzonego osadu ściekowego z oczyszczalni ścieków prowadzonych przez tę instytucję (po ich przetworzeniu w należących do zarządu termicznych suszarniach osadów). Obecnie 80 tys. ton wysuszonych osadów ściekowych jest co roku współprzetwarzane w piecu cementowym o wydajności 865 tys. ton klinkieru rocznie.

W roku 2005 przemysł cementowy w Katalonii (Hiszpania) zawarł porozumienie z katalońską administracją, związkami zawodowymi i radami gmin w sprawie rozpoczęcia projektu pilotażowego monitorowania środowiskowych właściwości termicznie suszonych osadów ściekowych z obszaru Barcelony jako paliwa alternatywnego w cementowniach. Jego celem było wykorzystanie ponad 60 tys. ton suszonych osadów ściekowych rocznie, jako substytutu koksu ponaftowego, co jednocześnie ma rozwiązać problem ogromnej ilości osadów ściekowych, których nie można wykorzystać do celów rolniczych.

Ponadto cementownia w Hiszpanii osusza osady ściekowe przy użyciu gazów odlotowych z chłodnika klinkieru, a następnie wykorzystuje wysuszone osady jako paliwo alternatywne do pieca cementowego. Rządy innych krajów powinny pójść tym śladem i zmaksymalizować potencjał wykorzystania osadów ściekowych w procesie produkcji cementu.



Wyzwania

Aby móc zastosować biomasę jako paliwo, musi być ona przystępna cenowo, bezpieczna i stale osiągalna. Ponieważ różne gałęzie przemysłu próbują obniżyć emisję CO₂, wzrasta popyt na zieloną energię, więc konkurencja o dostęp do biomasy (ze strony innych gałęzi przemysłu (elektrowni, hutnictwa, kotłowni na biomasę) będzie coraz silniejsza.

Wyższe wskaźniki zastąpienia paliw kopalnych alternatywnymi staną się możliwe, gdy prawodawstwo regulujące gospodarkę odpadami w UE i jej państwach członkowskich ograniczy składowanie na składowiskach oraz umożliwi kontrolowany odbiór odpadów, ich przetwarzanie i produkcję paliw alternatywnych. Kluczowe znaczenie ma także lepsze zrozumienie i społeczna akceptacja wykorzystania odpadów jako paliwa alternatywnego w cementowniach.

Potencjalne oszczędności

Szacuje się, że w roku 2050 40% energii w piecu cementowym może potencjalnie pochodzić ze źródeł tradycyjnych, czyli węgla (30%) i koks ponaftowego (10%), natomiast 60% z paliw alternatywnych, których 40% może stanowić biomasa. Taki koszyk paliwowy zaowocowałby ogólnym spadkiem emisji CO₂ z paliw o 27%. W celu osiągnięcia tego poziomu redukcji wymagany jest szereg zmian politycznych zarysowanych poniżej.

Zalecenia polityczne

- Wdrożenie polityki odpadowej, zgodnie z którą uznaje się i wynagradza za korzyści wynikające ze współprzetwarzania i jego ścisłej integracji z innymi gałęziami przemysłu.
- Zapewnienie sprawiedliwych warunków do wykorzystania odpadów biomasowych przez likwidację dotacji faworyzujących jeden rodzaj przemysłu kosztem innych.
- Zmodyfikowanie prawa w zakresie gospodarki odpadami w celu zlikwidowania możliwości składowania na składowiskach odpadów o wartości opałowej lub zawierających inne możliwe do odzyskania zasoby.
- Wdrożenie zrewidowanej hierarchii postępowania z odpadami obejmującej współprzetwarzanie, w którym jednocześnie odzyskuje się energię i surowce.
- Opracowanie polityki BiR promującej odzysk materiałów posiadających wartość opałową z odpadów i ich współprzetwarzanie.

Kluczowe znaczenie ma także lepsze zrozumienie i społeczna akceptacja wykorzystania odpadów jako paliwa alternatywnego w cementowniach.

1.2 Zastępowanie surowców

Niezależnie od wszelkich podjętych wysiłków, cement będzie nadal produktem powstającym ze składników naturalnych i do pewnego stopnia będzie wymagał eksploatacji zasobów naturalnych. Z tego względu konieczne jest wdrożenie w całej Wspólnocie zharmonizowanego procesu wydawania pozwoleń na otwieranie nowych kopalń.

Pokrótcie:

- 60% emisji naszego przemysłu to „emisja procesowa” spowodowana dekarbonizacją wapienia w procesie produkcji.
- Wapień (kamień wapienny) konieczny do wytworzenia klinkieru można częściowo zastąpić całą gamą alternatywnych materiałów zawierających pierwiastek wapnia, w tym odpadami i ubocznymi produktami przemysłu. Takie działania są stosowane obecnie coraz częściej.
- Wiele z tych alternatywnych materiałów to popioły pochodzące ze spalania paliw alternatywnych.
- Należy wspierać dalsze badania nad wykorzystaniem alternatywnych surowców i zabezpieczeniem dostępu do nich.

Głównym surowcem wykorzystywanym w produkcji cementu był tradycyjnie wapień. Wapień jest szeroko dostępny, ale ponad 60% emisji CO₂ z naszego przemysłu spowodowane jest przekształcaniem wapienia w wapno, zwanym „dekarbonizacją”. W związku z tym część ścieżki w kierunku niskoemisyjnego betonu może być związana z zastąpieniem wapienia.

Przemysł cementowy zastępuje już część swoich surowców naturalnych odpadami i produktami ubocznymi z innych procesów przemysłowych.

Wybrane rodzaje odpadów i produktów ubocznych zawierające przydatne pierwiastki, takie jak wapń, krzem, glin i żelazo można wykorzystywać w piecu

cementowym jako surowce zastępujące substancje naturalne, takie jak glina, łupek i kamień wapienny.

Niektóre materiały odpadowe posiadają zarówno użyteczną zawartość minerałów, jak i wartość opałową nadającą się do odzysku. Na przykład osady ściekowe mają niską, ale istotną wartość opałową, ale za to pozostawiają popiół, który jest surowcem wykorzystywanym do produkcji klinkieru.

W ostatnich latach około 3-4% surowców wykorzystywanych do produkcji klinkieru w Europie stanowiły alternatywne surowce i popioły z paliwa. Ich ilość wynosiła łącznie około 14,5 mln ton rocznie.

Wykorzystanie alternatywnych surowców daje wiele korzyści, w tym zmniejsza potrzebę wydobywania kamienia i zmniejsza emisję CO₂, jeżeli materiały alternatywne zostały już zdekarbonizowane.

Pod względem ilości największą pojedynczą grupę spośród wszystkich rodzajów odpadów w Europie stanowią odpady budowlane i rozbiórkowe, które w istotnej części składają się z betonu. Produkcja cementu może zapewnić rozwiązanie problemu, jaki stanowią te odpady, poprzez ponowne wprowadzenie do procesu rozdrobnionego lub w inny sposób przetworzonego betonu jako substytutu kamienia wapiennego.

Popiół z węgla brunatnego lub kamiennego, żużel wielkopiecowy, piasek z kruszarki betonu,



napowietrzona mączka betonowa oraz frakcje odpadów rozbiórkowych są już zdekarbonizowane i mogą być wykorzystane jako substytut „świeżego” kamienia wapiennego, przez co unika się emisji CO₂ z ich przekształcania w wapno w trakcie procesu produkcyjnego.

Wyzwania

Na potencjał wykorzystania produktów odpadowych wpływa dostępność surowców w pobliżu cementowni, która może być odmienna pomiędzy różnymi zakładami. Duże stężenia krzemu, glinu, magnezu lub siarki mogą utrudniać wykorzystanie alternatywnych materiałów zdekarbonizowanych na wielką skalę, a w niektórych przypadkach dalsze ograniczenie może stanowić obecność lotnych substancji organicznych, pierwiastków śladowych lub zmienny skład.

Ponadto ograniczona może być dostępność takich zdekarbonizowanych surowców. Dalsze etapy przygotowania, jakie występują w przypadku piasku z kruszarki betonu, podnoszą nie tylko jakość materiału, ale również koszty. Dodatkowo sporych inwestycji będzie wymagało zapewnienie wystarczających możliwości magazynowania alternatywnych surowców w celu zapewnienia ciągłej eksploatacji.

Zalecenia polityczne

- Zaplanowanie i wdrożenie polityki wynagradzającej wykorzystanie materiałów

alternatywnych zastępujących surowce naturalne.

- Wdrożenie polityki odpadowej, która uznaje i wynagradza korzyści ze współprzetwarzania i symbiozy przemysłowej.
- Wdrożenie prawodawstwa odpadowego mającego na celu unikanie składowania na składowiskach odpadów zawierających możliwe do odzyskania zasoby, takie jak zawartość użytecznych minerałów i/lub wartość opała.
- Przyjęcie polityki motywującej do wykorzystywania lokalnych źródeł i szeroko dostępnych materiałów.
- Stworzenie projektu polityki motywującej do wykorzystywania odpadów w najlepszym możliwym sposobie z uwzględnieniem oceny całego ich cyklu.
- Opracowanie polityki BiR zorientowanej na popieranie odzyskiwania minerałów z odpadów przeznaczonych do współprzetwarzania.

Niezależnie od wszelkich podjętych wysiłków, cement będzie nadal produktem powstającym ze składników naturalnych i do pewnego stopnia będzie wymagał eksploatacji zasobów naturalnych. Z tego względu konieczne jest wdrożenie (w całej Wspólnocie) zharmonizowanego procesu wydawania pozwoleń na otwieranie nowych kopalni.

1.3 Zastępowanie klinkieru

Pokróctce:

- Klinkier można mieszać z całą gamą alternatywnych materiałów, w tym z pucolanami, drobno zmielonym kamieniem wapiennym i materiałami odpadowymi lub ubocznymi produktami przemysłu. Wskaźnik klinkier/cement (procent klinkieru w cemencie) wpływa na właściwości cementu, więc normy określają rodzaj i proporcje głównych składników alternatywnych, które mogą być wykorzystane.
- Przemysł cementowy jest uzależniony od lokalnej dostępności tych materiałów.

Produkcja cementu jest procesem energochłonnym wykorzystującym takie paliwa jak węgiel, koksik ponafkowy, biomasa i paliwa alternatywne. Wykorzystanie paliw alternatywnych i biomasy ma bezpośredni wpływ na „profil węglowy” sektora. Pomimo że już w chwili obecnej sektor wykorzystuje znaczne ilości takich źródeł energii, udział ten może być jeszcze zwiększony w przyszłości. Unikalny charakter procesu i wymagania energetyczne pozwalają na wykorzystanie źródeł energii, które nie mogą być stosowane w innych przemysłach. Ta możliwość mieszania różnych rodzajów paliwa (węgla lub gazu z materiałami odpadowymi, biomasą i produktami ubocznymi) jest korzystna zarówno ze względu na efektywne zarządzanie surowcami, jak i na kwestię bezpieczeństwa dostaw.

Wykorzystanie w cemencie innych składników i obniżenie wskaźnika klinkier/cement oznacza mniejszą emisję i mniejsze zużycie energii.

Zwykły cement portlandzki może zawierać do 95% klinkieru (pozostałe 5% stanowi gips). Obecnie średni wskaźnik klinkier/cement wszystkich rodzajów cementu w UE27 wynosi 73,7%¹¹.

Różne rodzaje cementu cechują się różnymi właściwościami, w tym czasem wiązania, wczesną i późną wytrzymałością – odpornością na śół i środowiska agresywne chemicznie, uwalnianiem ciepła w trakcie dojrzewania, kolorem, lepkością i urabialnością. Znaczenie i istotność tych cech zależy od zamierzonego zastosowania cementu i betonu.

Cały wytworzony cement musi być bezpieczny i trwały, ponieważ zostanie wykorzystany w budowlach, które mają przetrwać przynajmniej 50 lat, a czasem więcej. Z tego względu duża trwałość produktu końcowego – betonu – stanowi cechę kluczową dla zrównoważonego budownictwa. W Europie cement musi być wytwarzany zgodnie ze zharmonizowaną normą europejską EN 197-1, w której wymieniono 27 cementów powszechnego użytku, według ich głównych składników. Teoretyczna zawartość klinkieru w tych cementach może, zgodnie z normą europejską, wahać się od 5% do 95%. Zmienna zawartość klinkieru ma wpływ na rodzaj zastosowania, do którego nadaje się dany cement.

Inne możliwe do zastosowania materiały:

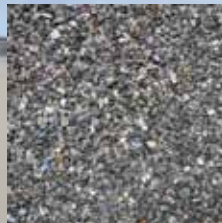
- Naturalne pucolany, takie jak gliny, łupki i pewne rodzaje skał osadowych.
- Kamień wapienny (drobno zmielony), który można dodawać do klinkieru (bez podgrzewania i przekształcania w wapno).
- Pył krzemionkowy – ubocznym z wytwarzania stopów krzemu lub żelazokrzemu.
- Granulowany żużel wielkopiecowy, produkt uboczny procesu produkcji surówki/stali.
- Popiół lotny, pyliste cząstki ze spalin z elektrowni opalanych węglem.

Wyzwania

Dostępność

Dostępność alternatywnych materiałów, które można wykorzystać jako pozostałe składniki, jest silnie zróżnicowana. Na przykład dostępność granulowanego żużla wielkopiecowego uzależniona jest od położenia i wydajności wielkich pieców do wytwarzania surówki żelaza wyposażonych w urządzenia do granulacji żużla, natomiast wykorzystanie popiołów lotnych uzależnione jest od ich dostaw z wystarczająco blisko położonych elektrowni opalanych węglem. Dostępność pucolan zależy od sytuacji lokalnej, a ten materiał służący do wytwarzania cementu występuje tylko w niewielu regionach. Kamień wapienny jest szeroko rozpowszechniony na całym świecie i łatwo dostępny dla większości cementowni.

¹¹ Aby sprawozdawania miały sens, definicja cementu stosowana w bazie danych GNR różni się nieco od tej stosowanej powszechnie. W niniejszym dokumencie cement i spoiwa mineralne uznaje się za równoważne wyrażenia.



Cały wytworzony cement musi być bezpieczny i trwały, ponieważ zostanie wykorzystany w budowlach, które mają przetrwać przynajmniej 50 lat, a czasem więcej.

Normy i akceptacja rynkowa

Normy cementu służą zagwarantowaniu właściwości funkcjonalnych każdego rodzaju cementu. Zastosowanie innych składników wpływa na nie zarówno w krótkim – jak i długim okresie. Sukces cementów o niskim wskaźniku klinkier/cement będzie również zależał od ich akceptacji przez rynek. Kluczowe znaczenie dla stabilności budowli ma jakość i tym samym jest ona sprawą bezpieczeństwa publicznego, np. w przypadku mostów lub drapaczy chmur, a ponadto jest ważna także dla zrównoważonego charakteru inwestycji w infrastrukturę i budynki.

Potencjalne oszczędności

Światowy wskaźnik klinkier/cement, który w roku 2006 wyniósł 78%, oznacza, że wykorzystano około 550-600 mln ton składników innych niż klinkier. Międzynarodowa Agencja Energetyki (ang. IEA)¹² szacuje, że w roku 2005 na świecie istniało około 1215 mln ton materiału, którym można by zastąpić klinkier (z wyłączeniem pucolan i kamienia wapiennego). Na tej podstawie można stwierdzić, że wykorzystanie innych składników da się podwoić. Jednak scenariusz ten jest jedynie hipotetyczny, ponieważ nie uwzględnia faktu, że ilości te niekoniecznie posiadają właściwą jakość lub odzwierciedlają sytuację na rynku lokalnym¹³. Niepewna jest również dostępność substytutów klinkieru w przyszłości oraz ich wpływ na politykę i przepisy ochrony środowiska. Na przykład planowana likwidacja emisji w sektorze energetycznym może ograniczyć dostępność popiołu lotnego, a zastosowanie technik eliminacji tlenków azotu

w elektrowniach węglowych może uczynić ten popiół beзуżytecznym jako składnik cementu z powodu wyższego stężenia amoniaku (NH_3). Ponadto niektóre z tych materiałów są już stosowane w produkcji betonu, a nie cementu. Wreszcie, konieczne jest wykonanie analizy kosztów w całym cyklu życia, aby zagwarantować, że polityka będzie obejmowała cały cykl życia i tym samym uniknie się koncentracji jedynie na wpływie pośrednich materiałów.

Na szczeblu europejskim szacuje się, że wskaźnik klinkier/cement można obniżyć do 70%, co zaowocuje dalszą redukcją emisji CO_2 o 4%.

Zalecenia polityczne

- Cementy niskoklinkierowe mogą przynieść zarówno korzyści ekologiczne – jak i korzystne cechy produktu. Niezależnie od tego, ważne jest, aby w zamówieniach publicznych stosowano podejście do całego cyklu życia, zamiast koncentrować się jedynie na śladzie węglowym produktu lub oddziaływaniu produktów pośrednich.
- Ułatwienie dostępu do surowców i udoskonalenie polityki recyklingu odpadów oraz produktów ubocznych.
- Zapewnienie wsparcia badań i rozwoju oraz dostępu do jego finansowania. Silna koncentracja branży na innowacyjnych cementach i betonach może zaspokoić zapotrzebowanie na zrównoważoną produkcję i budownictwo efektywnie wykorzystujące zasoby.

¹² Źródło: <http://www.wbcscement.org/pdf/technology/Technology%20papers.pdf>

¹³ Źródło: Development of State of the Art Techniques in Cement Manufacturing: Trying to Look Ahead (Rozwój najnowocześniejszych technik w produkcji cementu – próba spojrzenia w przyszłość) (CS/ECRA- Technology Papers), State of the Art Paper No 4: Reduction of clinker content in cement: long-term perspective (Redukcja zawartości klinkieru w cemencie – perspektywa długoterminowa)

1.4 Nowe rodzaje cementu

Europejski przemysł cementowy jest wysoce innowacyjny, prowadzi wielkie centra badawcze w kilku krajach i uzyskuje co roku setki patentów. Obecnie opracowuje się pewną liczbę niskoemisyjnych lub bardzo niskoemisyjnych cementów.

Pokróctce:

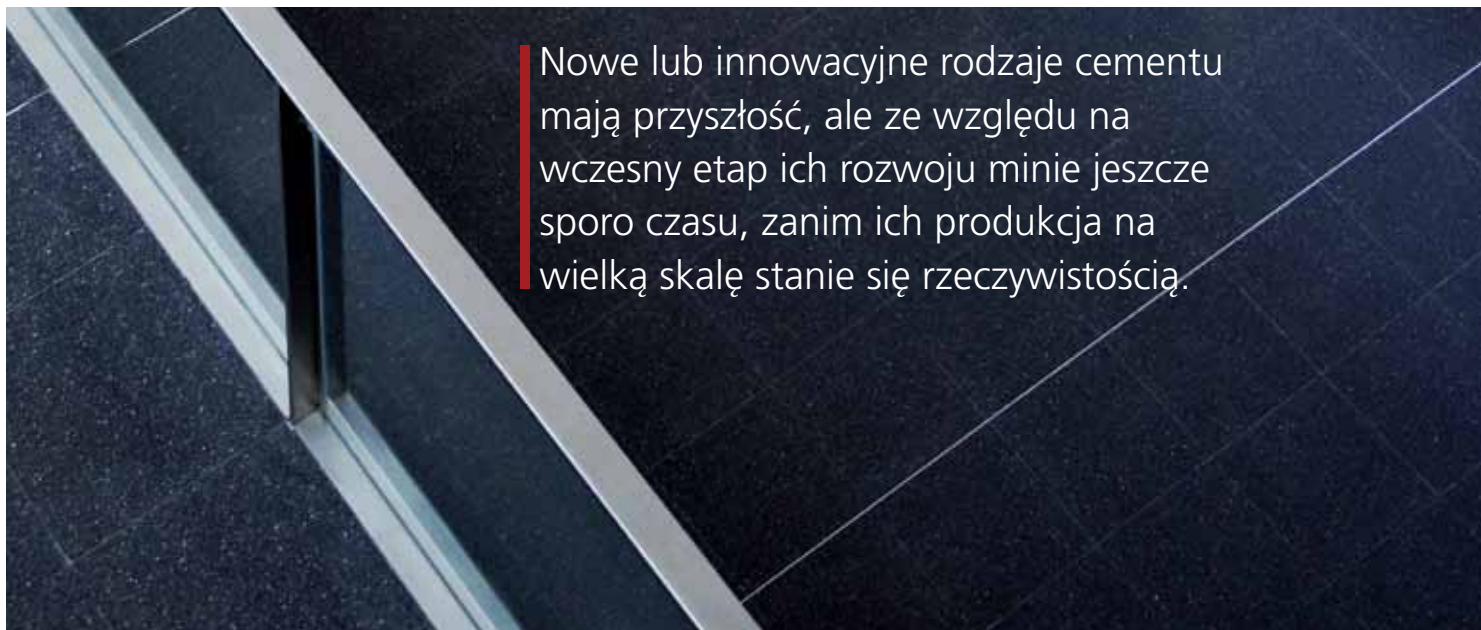
- Obecnie opracowuje się kilka typów innowacyjnych klinkierów i cementów wykorzystujących nowe procesy produkcyjne.
- Oferują one fascynujące możliwości, ale w krótkim i średnim terminie innowacyjne cementy będą prawdopodobnie wykorzystywane głównie do zastosowań niszowych.
- Konieczne będzie pokonanie przeszkód w formie akceptacji rynkowej, norm oraz ilości i dostępności surowców.

Europejski przemysł cementowy jest wysoce innowacyjny, prowadzi wielkie centra badawcze w kilku krajach i uzyskuje co roku setki patentów. Obecnie opracowuje się pewną liczbę niskoemisyjnych lub bardzo niskoemisyjnych cementów. Chociaż nadal występują pewne poważne przeszkody i nie przeprowadzono walidacji właściwości tych produktów, w sumie istnieje ogromna szansa na zupełnie nowe rodzaje cementu. Jednak nie udowodniono, że te nowe rodzaje cementu są opłacalne, ani też nie poddano ich próbom na wielką skalę pod kątem długoterminowej przydatności i trwałości. Produkty te nie zostały również zaakceptowane przez branżę budowlaną, w której królują wytrzymałe materiały i surowe normy budowlane. Kiedy pierwsze ze wspomnianych zakładów rozpoczną

produkcję na pełną skalę, wczesne zastosowania prawdopodobnie będą ograniczone do niszowych rynków i skoncentrowane na nich do czasu uzyskania szerokiej dostępności i akceptacji ze strony klientów.

Opracowywane jest jednocześnie kilka innowacyjnych rodzajów cementu, w tym:

- Krzemiany magnezu zamiast kamienia wapiennego (węglanu wapnia).
- Spoiwa belitowe z siarczanoglinianem wapnia.
- Mieszanka węglanów wapnia i magnezu oraz wodorotlenków wapnia i magnezu.
- Nowe techniki produkcji z wykorzystaniem autoklawu zamiast pieca oraz specjalnym mieleniem aktywującym, które wymaga mniej ciepła i zmniejsza emisję procesową.
- Skala dolomitowa szybko kalcynowana w parze przegrzanej z wykorzystaniem specjalnego systemu płuczki gazowej CO₂ w celu wychwycenia emisji.
- Geopolimery, w których wykorzystuje się produkty uboczne sektora energetycznego (popiół lotny i żużel), hutnictwa stali (żużel wielkopiecowy) i beton do produkcji cementów aktywowanych zasadami. Cementy geopolimerowe skomercjalizowano w zakładach działających na małą skalę, ale nie wykorzystano ich jeszcze w zastosowaniach na wielką skalę.



Nowe lub innowacyjne rodzaje cementu mają przyszłość, ale ze względu na wczesny etap ich rozwoju minie jeszcze sporo czasu, zanim ich produkcja na wielką skalę stanie się rzeczywistością.

Niektóre z tych innowacyjnych cementów wykazują potencjał na wczesnym etapie, ale trzeba pamiętać, że jeszcze nie produkowano ich w takich ilościach, jakich potrzebuje światowa branża budowlana. Produkcja miliardów ton cementu potrzebnych branży budowlanej wymaga ogromnych inwestycji i rygorystycznego testowania. Ustalenie, czy pewien cement jest odpowiedni do danego celu, nie jest przedsięwzięciem prostym ani liniowym, a im mniej znany jest rodzaj cementu, tym więcej badań trzeba będzie wykonać.

Wyzwania

Dostępność surowców

Głównym surowcem do produkcji zwykłego cementu portlandzkiego jest kamień wapienny, spotykany powszechnie na całym świecie. Niektóre z materiałów potrzebnych do innowacyjnych cementów mogą nie być dostępne w wystarczających ilościach lub we właściwych miejscach, co oznaczałoby konieczność ich transportu na duże odległości lub ich przetwarzanie przed wykorzystaniem.

Sprawdzone właściwości

Cementy są znane od czasów rzymskich i chociaż technologia istotnie się zmieniła od tego czasu, proces ten nadal uzależniony jest od tych samych podstawowych surowców i wulkanicznych temperatur (ok. 1450°C) wywołujących podstawową reakcję chemiczną nadającą cementowi charakter

spoiwa. Obecne rodzaje cementu, w tym te wytwarzane z wykorzystaniem produktów ubocznych, są sprawdzone i przebadane. Jest oczywiste, że każdym materiałem odgrywającym tak kluczową rolę w naszym życiu musi być bezpieczny, ale zarazem trwały i nie może wymagać zbyt wiele zabiegów konserwacyjnych.

Ilość

Zdobycie akceptacji rynkowej oraz rozwinięcie mocy produkcyjnych koniecznych do wywarcia istotnego wpływu na ogólną emisję branży wymaga czasu.

Potencjalne oszczędności

Nowe lub innowacyjne rodzaje cementu mają przyszłość, ale ze względu na wczesny etap ich rozwoju minie jeszcze sporo czasu, zanim ich produkcja na wielką skalę stanie się rzeczywistością. Ponadto prawdopodobnie, w dającej się przewidzieć przyszłości, będą one wykorzystywane do niszowych zastosowań niekonstrukcyjnych. W łącznej ilości produkowanego cementu uwzględniono 5-procentowy udział innowacyjnych cementów, czyli 11 mln ton. Innowacyjne cementy nadal wymagają energii do wyprodukowania i nie będą produktami bezemisyjnymi. Dokładny potencjał redukcji emisji CO₂ nie jest obecnie znany, ale w przypadku wielu spośród bardziej obiecujących technologii szacuje się go na około 50% i taką wielkość zastosowano w niniejszym modelu do oczekiwanych 5% łącznej produkcji cementu.

1.5 Efektywny transport



Pokróćce:

- Ze względu na wartość cementu w relacji do jego masy, jego transport drogowy na duże odległości nie jest ekonomicznie uzasadniony.
- Transport morski i rzeczny luzem jest bardzo efektywny pod względem kosztów, co powoduje, że wielu europejskim cementowniom położonym blisko portów morskich i śródlądowych zagraża konkurencja taniego cementu z importu.
- Zwiększone wykorzystanie śródlądowych dróg wodnych i sieci kolejowej spowoduje obniżenie emisji z transportu.
- Taki sam skutek przyniesie wykorzystanie paliw alternatywnych pozyskiwanych bardziej lokalnie.

Cement jest produktem ciężkim, podobnie jak surowce do jego wytwarzania. W miarę jak przemysł cementowy będzie redukował emisję CO₂ z działalności produkcyjnej, rosnąć będzie proporcja emisji gazów cieplarnianych z transportu w tym sektorze. Jednak w naszej branży stale pracuje się nad rozwiązaniami pozwalającymi obniżyć emisję wynikającą z transportu i spodziewane jest osiągnięcie istotnego postępu w zmniejszaniu emisji z ciężkiego transportu drogowego przez korzystanie z kombinacji wodnych i lądowych środków transportu oraz poprawę jego sprawności.

W naszej branży stale pracuje się nad rozwiązaniami pozwalającymi obniżyć emisję wynikającą z transportu i spodziewane jest osiągnięcie istotnego postępu w zmniejszaniu emisji z ciężkiego transportu drogowego przez korzystanie z kombinacji wodnych i lądowych środków transportu oraz poprawę jego sprawności.

W celu obniżenia emisji z transportu można wdrożyć całą gamę środków:

- W większości przypadków cement można transportować z wykorzystaniem sprawnych i niskoemisyjnych rozwiązań transportowych, które należy popierać.
- Budowanie nowych cementowni w pobliżu dróg wodnych lub sieci kolejowej pozwala zmniejszyć udział transportu drogowego.
- Jeżeli wzrośnie ilość paliw alternatywnych i substytutów klinkieru, konieczne będzie wdrożenie sprawnych, niskoemisyjnych rozwiązań transportowych w celu dostarczenia tych alternatywnych materiałów do cementowni.
- W niektórych cementowniach posiadających łatwy dostęp do dróg wodnych lub węzłów kolejowych udział transportu śródlądowymi drogami wodnymi i koleją można zwiększyć.

Potencjalne oszczędności

Jeżeli do roku 2050 udział transportu drogowego uda się obniżyć do 50%, przy czym transport kolejowy i wodny będą stanowiły po 23%, a zmiany te będą połączone z innowacjami w sektorze transportu, to szacuje się, że emisję związaną z transportem można obniżyć o połowę.

Zalecenia polityczne

- Przyjęcie podejścia opartego na holistycznej polityce przemysłowej.
- Zachęcanie do korzystania z sieci kolejowych i dróg wodnych.
- Dopuszczanie koncentracji wzajemnie od siebie uzależnionych branż przemysłu w bliskim sąsiedztwie.
- Dopuszczanie budowania kopalni i cementowni w bliskim sąsiedztwie.

2 Pięć równoległych dróg: EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA

2.1 Sprawność elektryczna

Pokrótcze:

- W produkcji cementu energię elektryczną wykorzystuje się głównie do rozdrabniania i mielenia surowców, przesyłania dużych ilości gazów i materiałów oraz do mielenia cementu.
- Ciągłe doskonalenie procesu produkcji pozwoli obniżyć ilość zużywanej energii elektrycznej.
- Wdrożenie technologii wychwytywania CO₂ może spowodować zwiększenie zużycia energii elektrycznej o 50-120%.

Produkcja cementu wymaga energii elektrycznej na kilku etapach, od rozdrabniania surowców przez produkcję klinkieru aż po mielenie cementu.

Moc potrzebna na różne operacje technologiczne w cementowni rozkłada się zazwyczaj następująco:

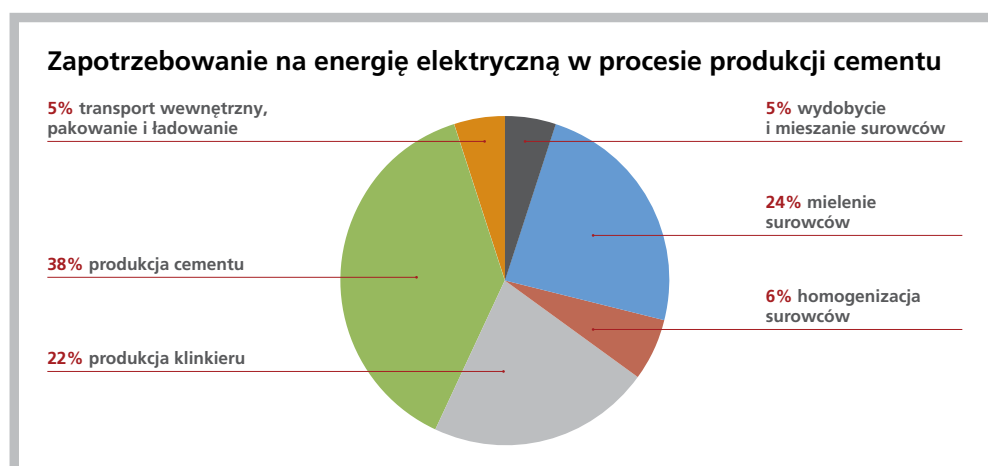
- 5% na wydobycie i mieszanie surowców
- 24% na mielenie surowców
- 6% na homogenizację surowców
- 22% na produkcję klinkieru
- 38% na produkcję cementu
- 5% na transport wewnętrzny, pakowanie i ładowanie


Zastąpienie starszych urządzeń technologią bardziej nowoczesną i sprawną oraz ciągła modernizacja istniejących cementowni zaowocuje poprawą parametrów energetycznych. Zapotrzebowanie na energię elektryczną można obniżyć na przykład przez zastosowanie ulepszonych technik mielenia oraz procesów odzyskiwania ciepła odpadowego, a także wykorzystanie nowoczesnej technologii chłodzenia klinkieru i napędów o zmiennej prędkości.

Urządzenia w istniejących cementowniach są stale modernizowane, co oznacza, że po upływie 20-30 lat większość oryginalnych urządzeń zostaje wymieniona lub zmodyfikowana (dotyczy to np. cyklonów wstępnego podgrzewania, chłodnika klinkieru, urządzeń odpylających).

Wyzwania

Działania poprawiające sprawność cieplną często wymagają więcej energii elektrycznej. Na przykład instalacja nowoczesnych chłodników rusztowych pozwala obniżyć zużycie energii cieplnej, ale kosztem większego zużycia energii elektrycznej.





Oszacowano, że dzięki modernizacji istniejących zakładów, zastąpieniu starszych z nich i ciągłemu wprowadzaniu innowacji można jeszcze obniżyć średnie zużycie energii elektrycznej.

Obniżenie limitów emisji pyłowych również wymaga zwiększenia zużycia energii elektrycznej na odpylanie, i to niezależnie od rodzaju stosowanej technologii. Obniżenie stężenia innych zanieczyszczeń (takich jak NO_x lub SO_2) będzie również wymagało zastosowania dodatkowych urządzeń, zasilanych elektrycznie.

Ponadto jeżeli zastosowane ma być wychwytywanie i składowanie CO_2 na skalę przemysłową, to zużycie energii cieplnej do produkcji cementu może wzrosnąć o 50-120% na poziomie zakładu¹⁴.

Wymagane właściwości cementu mają istotny wpływ na zużycie energii elektrycznej. Im większy ma być potencjał wzrostu wytrzymałości cementu, tym drobniej musi on być zmielony, a tym samym większe będzie specyficzne zużycie energii¹⁵. Ponadto więcej energii elektrycznej potrzebne jest też do produkcji pewnych rodzajów cementu, w których stosuje się trudne do zmielenia produkty uboczne, takie jak żużel wielkopiecowy.

Potencjalne oszczędności

Jeżeli europejskie cementownie potraktować jako całość, to są one bardzo sprawne energetycznie, a przełomowa zmiana obecnej technologii wytwarzania cementu mająca na celu osiągnięcie istotnej redukcji zużycia energii elektrycznej jest mało prawdopodobna. Mimo to oszacowano, że dzięki modernizacji istniejących zakładów, zastąpieniu starszych z nich i ciągłemu

wprowadzaniu innowacji można jeszcze obniżyć średnie zużycie energii elektrycznej.

Model uwzględniony w niniejszej mapie drogowej zakłada całkowitą eliminację emisji CO_2 z sektora energetycznego do roku 2050, więc wszystkie działania podjęte w celu zmniejszenia naszego zużycia energii elektrycznej nie będą miały żadnego wpływu na profil emisyjny. Jednak w celu poprawy swojej konkurencyjności, w europejskim przemyśle cementowym stale podejmuje się starania, aby obniżyć zużycie energii elektrycznej, i działania te będą kontynuowane.

Zalecenia polityczne

- Zapewnienie dostępu do finansowania BiR w celu promowania przełomowych technologii, na przykład usprawnienia mielenia.
- Uwzględnienie dostępu do publicznych i prywatnych mechanizmów finansowania oraz ich rozwój we wszystkich inicjatywach politycznych, i wynikające stąd szybsze wprowadzenie istniejących i nowych technologii na rynek.
- Zagwarantowanie przemysłowi europejskiemu dostępu do energii elektrycznej po godziwych cenach (z uwzględnieniem podatków i opłat), w czym kluczową rolę odgrywa zliberalizowany rynek energii elektrycznej.

¹⁴ & ¹⁵ Źródło: Development of State of the Art Techniques in Cement Manufacturing: Trying to Look Ahead (Rozwój najnowocześniejszych technik w produkcji cementu – próba spojrzenia w przyszłość) (CSI/ECRA-Technology Papers), State of the Art Paper No 2: Electric efficiency of cement production: state of the art and long-term perspective (Sprawność elektryczna produkcji cementu – stan rozwoju i perspektywa długoterminowa)

2.2 Sprawność cieplna

Pokróctce:

- Produkcja cementu wymaga podgrzania surowców do temperatury 1450°C. Jest więc energochłonna, nawet jeżeli energia cieplna odpowiada tylko za około 35% emisji CO₂ z przemysłu cementowego.
- Ciągłe udoskonalanie zakładów produkcyjnych doprowadziło do ograniczenia naszego zużycia energii o prawie połowę od roku 1960. Większość europejskich cementowni wykorzystuje obecnie najnowocześniejsze technologie.
- Kilka pozostałych jeszcze starszych pieców pracujących metodą moką zostanie zastąpione przez nowocześniejsze cementownie, a koncentracja produkcji w mniejszej liczbie większych zakładów doprowadzi do dalszego obniżenia zużycia energii.
- Obecnie prowadzone są badania nad systemami odzysku ciepła odpadowego i powinny one być kontynuowane.
- Według danych z bazy GNR za rok 2010 średnia energia cieplna do wytworzenia tony klinkieru wynosiła w Europie 3730 MJ.

Okres eksploatacji pieców cementowych wynosi zwykle 30-50 lat. Dlatego nowe piece cementowe buduje się głównie w miejscach, gdzie występuje znaczący potencjał rozwoju rynku. W związku z powyższym w ostatnim dziesięcioleciu większość nowych zakładów powstała w Azji, Afryce, na Bliskim Wschodzie i w pewnych regionach Europy Wschodniej. Niejednokrotnie po 20-30 latach większość oryginalnych urządzeń (np. cyklony podgrzewaczy, chłodnik klinkieru, palniki) zostaje wymieniona, a zakłady stale wyposaża się w najnowocześniejsze technologie. Tak zwykle dzieje się w Europie, gdzie piece są stosunkowo stare, ale nadal sprawne. Średni rozmiar pieców cementowych w Europie i Ameryce Północnej odpowiada produkcji około 0,9 do 1,1 mln ton klinkieru rocznie z 1 pieca z podgrzewaczem i prekalcyntorem (ang. PH-PC od preheater-precaciner), podczas gdy w Azji odpowiada on 1,9 mln ton produkcji na zakład.

W zoptymalizowanych, odpowiednich warunkach, najlepszą sprawność energetyczną wynoszącą

około 3300 MJ/t klinkieru można osiągnąć w piecach z podgrzewaczem i prekalcyntorem (PH-PC). Nowoczesne piece PH-PC mają większą wydajność niż instalacje starsze, co również przyczynia się do osiągnięcia wyższej sprawności energetycznej całego sektora.

Długie piece metody suchej bez wież podgrzewacza zużywają około 33% więcej energii cieplnej, a stare piece metody mokrej nawet do 85% więcej energii niż piece PH-PC.

Ciągłe innowacje w metodach produkcji obniżą z czasem pobór energii, w związku z czym oczekuje się spadku ogólnego zużycia energii w Europie w miarę wycofywania z eksploatacji paru ostatnich cementowni pracujących metodą moką, zwiększania średnich rozmiarów pieca i stopniowego wprowadzania innowacji.

Innym obszarem, w którym można osiągnąć postęp, jest odzysk ciepła odpadowego (ang. WHR – Waste Heat Recovery). Jest on już obecnie powszechny w Chinach ze względu na specyficzną konstrukcję zakładów. Nowo budowane lub modernizowane zakłady w Europie można wyposażyć w układy WHR i tym samym wykorzystywać możliwość wytwarzania energii elektrycznej z tego ciepła, pod warunkiem, że instalacja układu WHR jest wykonalna w praktyce. Główne ograniczenie dla ich stosowania stanowi początkowa inwestycja i jej długi okres zwrotu, który jednak zależy od lokalnej ceny energii elektrycznej.

Nowoczesne piece PH-PC mają większą wydajność niż instalacje starsze, co również przyczynia się do osiągnięcia wyższej sprawności energetycznej całego sektora.



Ciągłe innowacje w metodach produkcji obniżą z czasem pobór energii, w związku z czym oczekuje się spadku ogólnego zużycia energii w Europie w miarę wycofywania z eksploatacji paru ostatnich cementowni pracujących metodą mokrą, zwiększania średnich rozmiarów pieca i stopniowego wprowadzania innowacji.

Wyzwania

Wiele działań pozwalających zredukować zużycie energii cieplnej wywołuje wzrost zużycia energii elektrycznej. W chwili obecnej za najnowocześniejszą technologię uważa się metodę suchą z wielostopniowym podgrzewaniem i prekalcyntorem. Na razie nie ma perspektyw na przełomowe technologie, które mogłyby doprowadzić do wyższej sprawności termicznej.

Ponadto wzrost zużycia paliw alternatywnych może negatywnie wpłynąć na ilość energii potrzebnej do wyprodukowania tony klinkieru, jeżeli paliwa te zawierają więcej wilgoci i/lub mają mniejszą ogólną wartość opałową. Inne możliwe zastosowania ciepła odpadowego, takie jak wytwarzanie energii elektrycznej w skojarzeniu lub suszenie alg (potencjalna metoda biologicznego pochłaniania CO₂), mogą również wpłynąć na zużycie energii elektrycznej.

Potencjalne oszczędności

Średnia wydajność pieca cementowni będzie nadal rosła, ponieważ nowo budowane piece mają zwykle większą wydajność, a istniejące, mniejsze piece będą coraz częściej zastępowane większymi i nowocześniejszymi. Nie są jeszcze znane przełomowe technologie, takie jak złoża fluidyzacyjne, które mogłyby zapewnić istotnie wyższą efektywność cieplną¹⁶.

Uwzględniając wzrost wykorzystania paliw alternatywnych, oczekuje się, że średnie zużycie energii cieplnej na tonę klinkieru osiągnie do roku 2050 poziom 3,3 MJ/t.

Zalecenia polityczne

- Zapewnienie dostępu do funduszy na BiR w celu promowania opracowania przełomowych technologii.
- Uwzględnienie dostępu do publicznych i prywatnych mechanizmów finansowania oraz ich rozwój we wszystkich inicjatywach politycznych, a tym samym umożliwienie szybszego wprowadzenia istniejących i nowych technologii na rynek.
- Popieranie przejścia na odzysk ciepła odpadowego (WHR) i umożliwienie go dzięki sprawnemu, szybkiemu procesowi udzielania pozwoleń.
- Przyjęcie polityki przewidującej dla WHR mechanizmu wsparcia takiego samego jak dla kogeneracji i energetyki odnawialnej, np. przy pomocy certyfikatów efektywności energetycznej już stosowanych w kilku państwach członkowskich (np. we Włoszech). Nie należy zniechęcać do instalacji WHR przez opodatkowanie produkowanej tą metodą energii elektrycznej.

¹⁶ Development of State of the Art Techniques in Cement Manufacturing: Trying to Look Ahead (Rozwój najnowocześniejszych technik w produkcji cementu – próba spojrzenia w przyszłość) (CSI/ECRA-Technology Papers), State of the Art Paper No 1: Thermal efficiency of cement production: state of the art and long-term perspective (Sprawność cieplna produkcji cementu – stan rozwoju i perspektywa długoterminowa)

3

Pięć równoległych dróg: WYCHWYTYWANIE CO₂

3.1 Wychwytywanie i ponowne wykorzystanie CO₂

Pokrótcie:

- Nawet najsprawniejsze procesy nie pozwolą uniknąć części emisji CO₂, która związana jest z wytwarzaniem cementu.
- Możliwości technologii wychwytywania CO₂ są obecnie badane w ramach kilku wielkoskalowych zintegrowanych projektów CCS w sektorze energetycznym¹⁷.
- Wstępne wyniki wskazują na to, że obecnie dostępne technologie pozwoliłyby wychwycić do 90% emisji CO₂.
- Wychwycony dwutlenek węgla mógłby być transportowany do miejsca przechowywania lub wykorzystywany w innych procesach produkcyjnych w dalszym łańcuchu, np. do uprawy alg jako biomasy, którą można wykorzystać w charakterze paliwa.
- Wychwytywanie CO₂ zwiększyłoby koszt produkcji o 25-100%, wymagałoby znaczących inwestycji i dodatkowego poboru energii elektrycznej.
- Wychwytywanie i składowanie CO₂ (CCS) będzie realistyczne tylko wtedy, jeżeli stworzona zostanie odpowiednia i akceptowalna społecznie infrastruktura do transportu dwutlenku węgla i jego składowania.

W poprzednich rozdziałach przedstawiono sposób, w jaki przemysł cementowy już obniżył emisję i będzie ją nadal obniżał w przyszłości przez konwencjonalne działania w zakresie efektywności zasobowej i energetycznej.

Poza konwencjonalną technologią jednym z możliwych przełomowych, długoterminowych rozwiązań jest wychwytywanie CO₂, w ramach którego CO₂ wychwytuje się u źródła, a następnie ponownie wykorzystuje lub składowuje.

Obecnie prowadzi się kilka projektów badawczych w celu zanalizowania wykonalności stosowania wychwytywania CO₂ w przemyśle cementowym.

■ *Technologie wychwytywania „po spalaniu” (post-combustion)*

Wychwytywanie dwutlenku węgla po spalaniu to mechanizm „na końcu komina”, który nie wymaga fundamentalnych zmian procesu wypału w piecu, jest więc rozwiązaniem odpowiednim zarówno dla nowych pieców, jak i modernizacji starych.

- Najbardziej obiecującą technologię stanowi absorpcja chemiczna. W innych gałęziach przemysłu osiągnięto wysokie wskaźniki wychwyty przez zastosowanie amin i innych rozwiązań chemicznych.
- Odpowiedź mogą stanowić również technologie membranowe, jeżeli uda się opracować odpowiednie materiały i technologie oczyszczania.
- Obecnie branża cementowa ocenia zamkniętą pętlę węglanu – czyli proces absorpcji, w którym tlenek wapnia wystawia się na działanie spalin zawierających CO₂ w celu utworzenia węglanu wapnia – jako technologię, którą można byłoby zastosować w istniejących piecach oraz w nowych piecach ze spalaniem w czystym tlenie. Ponadto można by uzyskać efekt synergii z innymi zakładami (zużyte absorbenty z elektrowni można ponownie wykorzystać jako alternatywny surowiec w piecach cementowych).

■ *Spalanie w tlenie (oxyfuel combustion)*

Wykorzystanie tlenu zamiast powietrza w piecach cementowych dałoby stosunkowo czysty strumień CO₂. Technologia ta jednak jest nadal w początkowej fazie i wymaga szczegółowych badań.

¹⁷ Global CCS Institute: Large-scale Integrated CCS Projects (Zintegrowane projekty CCS wielkiej skali) <http://www.globalccsinstitute.com/projects/large-scale-ccs-projects>

Pomimo iż oczekuje się, że w przyszłości koszty CCS spadną dzięki postępowi technicznemu i naukowemu, to jednak nadwyżka kosztów inwestycyjnych i operacyjnych pozostanie nadal istotna.

Spalanie w tlenie zmieniłoby atmosferę panującą w piecu i mogłoby wpłynąć na sposób tworzenia się klinkieru. Najnowsze badania laboratoryjne dowiodły, że parametry cementu nie zmieniają się przy produkcji w czystym tlenie. Piec tlenowo-paliwowy stanowiłby poważną zmianę w produkcji klinkieru. Modernizacja cementowni z wykorzystaniem technologii tlenowo-paliwowej wydaje się wykonalna z zastrzeżeniem przeprowadzenia pewnych działań (np. modyfikacji palnika/chłodnika itp., wdrożenia separacji powietrza/oczyszczania CO₂). Zaplanowanie pilotażowej instalacji nadal wymaga więc zaprojektowania dalszych detali. W celu wychwycenia CO₂ oddziela się go najpierw od innych gazów pochodzących ze spalania lub przetwarzania. Następnie spręża się go i oczyszcza, aby ułatwić jego transport i przechowywanie lub ponowne wykorzystanie.

Nawet jeżeli technicznie możliwe jest wychwycenie istotnej części emitowanego CO₂, to jednak trzeba rozwiązać problem jego wykorzystania. Przewiduje się trzy możliwe scenariusze:

Wykorzystanie wychwyconego CO₂ (Carbon Capture Utilisation – CCU)

Po wychwyceniu CO₂ można go wykorzystać w całej gamie procesów i branż, takich jak produkcja napojów gazowanych. Jednak potencjał takich

zastosowań jest bardzo ograniczony w porównaniu z ilością CO₂ emitowanego przez przemysł cementowy, ponieważ powyższe branże i procesy mogą wykorzystać tylko bardzo niewielką część tego gazu.

Waloryzacja wychwyconego CO₂

CO₂ można również wykorzystać jako surowiec w całej gamie opracowywanych obecnie procesów, w tym:

- Produkcji materiałów budowlanych – przez przekształcenie CO₂ w węglany i dwuwęglany z wykorzystaniem katalizatora enzymatycznego
- Produkcji polimerów węglanowych (bioplastiki)
- Produkcji rozpuszczalników
- Syntezy metanolu z CO₂ i H₂.

Wychwytywanie i składowanie CO₂ (Carbon Capture and Storage – CCS)

Wychwytywanie i składowanie dwutlenku węgla, czyli CCS, jest powszechnie używaną nazwą rozwiązania, w którym wychwycone CO₂ transportuje się do podziemnego obiektu składowania i trwale magazynuje w odpowiedniej formacji geologicznej. Jest ono postrzegane jako ostateczność, bo preferowane jest wykorzystanie CO₂ lub jego waloryzacja. Jednak ilości CO₂, jakie mogą zostać wychwycone, są ogromne i nie jest oczywiste, czy obecne zdolności wykorzystania i waloryzacji są w stanie je zagospodarować.



Potencjalne oszczędności

Wychwytywanie dwutlenku węgla w przemyśle cementowym jest nadal na etapie badań i rozwoju. W sektorze energetycznym testuje się je w serii instalacji pilotażowych i demonstracyjnych.

Jednak potencjał CCS wydaje się obiecujący. Aby emisję CO₂ zredukować do roku 2050 o 80% z uwzględnieniem wszystkich innych działań, ale z wyłączeniem jakiegś innej przełomowej technologii, w technologii wychwytywania dwutlenku węgla musiałoby zostać wyposażone 85% całej bazy produkcyjnej klinkieru, czyli 59% wszystkich cementowni, przy zastosowaniu wychwytywania tylko w tych większych.

Wyzwania

Koszt i konkurencyjność

Budowa nowych zakładów wyposażonych w technologię wychwytywania CO₂ i modernizacja istniejących zakładów będzie wiązała się ze znacznymi wydatkami kapitałowymi oraz poważnym zwiększeniem kosztów eksploatacji. Przy obecnym stanie wiedzy i uwarunkowaniach, cement produkowany w zakładzie wyposażonym w wychwytywanie CO₂ wydaje się być zdecydowanie mniej konkurencyjny od cementu powstającego w zakładzie pozbawionym takiej instalacji. Aby cementownie z wychwytywaniem CO₂ stały się ekonomiczne, konieczne jest spełnienie pewnych warunków, takich jak ponowne

wykorzystanie CO₂, wyeliminowanie drugorzędnych technik redukcji emisji NO_x lub zwiększenie wykorzystania paliw alternatywnych (w przypadku spalania w czystym tlenie).

Trudno obecnie określić dokładne nakłady kapitałowe na jeden zakład, ale szacuje się, że wdrożenie technologii tlenowo-paliwowej w nowej cementowni o wydajności 1 mln ton rocznie zwiększa koszt inwestycji do około 330-360 mln euro, modernizacja obejmująca instalację technologii tlenowo-paliwowej około 100 mln, a wyposażenie istniejącego zakładu w technologię po spalaniu około 100-300 mln euro¹⁸. Szacuje się, że koszty operacyjne zakładu wyposażonego w technologię wychwytywania dwutlenku węgla po spalaniu będą dwukrotnie wyższe niż konwencjonalnej cementowni, podczas gdy wykorzystanie spalania w tlenie zwiększyłoby koszty operacyjne o 25%. Następnie ponoszone byłyby dodatkowe koszty sprzężania, transportu, pompowania i składowania. Chociaż oczekuje się, że w przyszłości koszty CCS spadną dzięki postępowi technicznemu i naukowemu, to jednak różnica kosztów inwestycyjnych i operacyjnych pozostanie nadal istotna.

Ponadto wychwytywanie CO₂ można zastosować w przemyśle cementowym tylko wówczas, jeżeli międzynarodowe ramy polityczne skutecznie ograniczą ryzyko ucieczki emisji gazów cieplarnianych

¹⁸ Źródło: European Cement Research Academy (ECRA)

Aby CCS wyszło poza etap badań, potrzebne byłoby wsparcie europejskie, krajowe, regionalne, a zwłaszcza lokalne. CCS wymagałoby również poparcia społeczności lokalnych w pobliżu miejsc składowania, bo trzeba będzie uniknąć postawy typu „nie na moim podwórku”.

(przenoszenia produkcji cementu do krajów lub regionów, w których ograniczenia są łagodniejsze).

Pełny łańcuch CCS

Technologie wychwytywania mogą być użyteczne tylko wówczas, jeżeli będzie istniał pełny łańcuch CCS, w tym infrastruktura transportowa, dostęp do odpowiednich miejsc składowania, a także ramy prawne regulujące transport CO₂, jego składowanie oraz procedury monitorowania, weryfikowania i wydawania pozwoleń w tym zakresie¹⁹.

Transport CO₂

Wychwycony CO₂ spręża się do postaci płynnej, a następnie transportuje rurociągiem lub samochodem cysterną i przekazuje do składowania głęboko pod ziemią. Jest on już w ten sposób transportowany w celach handlowych. Rurociąg gwarantuje mniejszą emisję, jednak jak dotąd nie powstała żadna sieć rurociągów przeznaczonych specjalnie do przesyłu CO₂. Gdyby CO₂ transportowano samochodami lub wagonami-cysternami, należałoby również uwzględnić oddziaływanie tego transportu na środowisko. Piece cementowe w uprzemysłowionych regionach można by podłączyć do sieci łatwiej niż te położone poza takimi regionami. Jednak skoncentrowanie produkcji w niewielkiej liczbie dużych zakładów nie jest wykonalne ze względów ekonomicznych lub ekologicznych z powodu kosztów transportu cementu lub klinkieru i związanej z nim emisji.

Składowanie

CO₂ może być składowany w wyczerpanych złożach gazu ziemnego i ropy, w głębokich słonych formacjach wodonośnych lub pompowany do wyczerpujących się złóż w celu zwiększenia ilości pozyskiwanej ropy w ramach procesu zwanego intensyfikacją wydobycia ropy (enhanced oil recovery – EOR). Miejsca składowania zwykle znajdują się kilka kilometrów pod powierzchnią ziemi²⁰.

Jest oczywiste, że zdolność miejsc składowania do zatrzymania wpompowanego dwutlenku węgla jest kluczem do sukcesu każdej inwestycji w CCS. Z tego względu, miejsca składowania musiałyby być bardzo uważnie wybierane i monitorowane, aby zagwarantować najwyższą pewności trwałości składowania. Oznacza to, że do składowania dwutlenku węgla mogłyby być przeznaczane tylko pewne specyficzne lokalizacje, które mogą się znajdować daleko od cementowni.

Dodatkowe zapotrzebowanie na energię

Przyjęcie technologii CCS przez przemysł cementowy oznaczałoby poważny wzrost zużycia energii²¹. Aby CCS miało sens z punktu widzenia emisji, owo dodatkowe zapotrzebowanie na energię elektryczną należałoby pokryć energią wytwarzaną przy niskiej lub prawie zerowej emisji netto.

Akceptacja i ramy prawne

CCS jest obecnie mało znane szerokiej publiczności i społeczeństwo nie miało jeszcze szansy wykształcić sobie żadnej konkretnej opinii o jego roli w ograniczaniu zmian klimatu. Aby CCS wyszło poza etap badań, potrzebne byłoby wsparcie europejskie, krajowe, regionalne, a zwłaszcza lokalne. CCS wymagałoby również poparcia społeczności lokalnych w pobliżu miejsc składowania, bo trzeba będzie uniknąć postawy typu „nie na moim podwórku”.

Zalecenia polityczne

Wychwytywanie CO₂ stanowi obecnie najbardziej obiecującą, nową technologiczną możliwość obniżenia emisji CO₂ w branży cementowej, a już na pewno rozwiązanie, które będzie dawało najlepszy efekt. Jednak aby móc wdrażać rozwiązania CCS w krótkim i średnim okresie, konieczne byłoby poparcie polityczne na kilku szczeblach, w tym:

- Wsparcie i finansowanie badań i rozwoju wszystkich aspektów dotyczących CCS.
- Finansowanie nowych badań w celu opracowania alternatywnych sposobów wykorzystania wychwyconego CO₂.
- Określenie miejsc składowania, ich zagospodarowanie oraz wdrożenie rozwiązań transportowych, takich jak dedykowana sieć rurociągów.
- Uzyskanie społecznej akceptacji CCS dzięki skoordynowanym kampaniom informacyjnym i dialogowi ze wszystkimi zainteresowanymi stronami.

Jak przedstawiono na modelu, wdrożenie takiej polityki byłoby kluczem do umożliwienia branży cementowej wdrożenia CCS i tym samym obniżenia emisji poza 32%, które jest w stanie osiągnąć metodami bardziej konwencjonalnymi.

¹⁹ Źródło: ECRA

²⁰ Źródło: Shell

²¹ Źródło: WBCSD/CSI-ECRA, 2009

3.2 Biologiczne wychwytywanie CO₂

Projekty badawcze pomogą określić funkcjonalną i ekonomiczną wykonalność przemysłowej produkcji biomasy organicznej oraz sposób jej połączenia z produkcją cementu.

Pokróctce:

- Obecnie prowadzi się kilka projektów badawczych w zakresie wykorzystania alg do wychwytywania CO₂.
- Algi pochłaniają CO₂. Następnie suszy się je i ewentualnie wykorzystuje jako paliwo.

Obiecującą alternatywą dla CCS jest wykorzystanie alg do „zjadania” emisji CO₂ i jednoczesnego wytwarzania paliwa. Ze względu na znaczącą emisję, cementownie byłyby idealnie przystosowane do rozwoju tej innowacyjnej technologii. Obecnie prowadzi się kilka projektów, w tym przedsięwzięcia na dużą skalę w Hiszpanii i we Francji.

Dwutlenek węgla z „komina” podaje się do otwartych zbiorników zawierających algi lub do specjalnego zamkniętego układu. Jak wszystkie zielone rośliny na ziemi, mikroskopijne glony rosną dzięki fotosyntezie, więc ich rozwój wymaga światła (naturalnego lub sztucznego), CO₂, wody i pewnych substancji pokarmowych (soli mineralnych). Im więcej podaje się im CO₂, tym lepiej rosną.

Glony, przed ich wykorzystaniem jako paliwa w piecach cementowych, można zebrać i wysuszyć (może przy użyciu odpadowego ciepła z cementowni). Inną metodą może być

przetworzenie ich na biopaliwa trzeciej generacji, bioplastiki lub związki o wysokiej wartości dodanej, takie jak przeciwutleniacze, lipidy lub białka.

Wyzwania

Technologia ta jest nadal na bardzo wczesnym etapie rozwoju. Projekty badawcze pomogą określić funkcjonalną i ekonomiczną wykonalność przemysłowej produkcji biomasy organicznej oraz sposób jej połączenia z produkcją cementu. Przy stosowaniu biologicznego wychwytywania CO₂ na skalę cementowni należy rozważyć, czy związane z nim znaczące zapotrzebowanie na grunty i zasoby można uznać za zrównoważone.

Potencjalne oszczędności

Na razie jest zbyt wcześnie by, formułować dokładne prognozy potencjalnej redukcji emisji CO₂.

Zalecenia polityczne

Technologia glonowa stanowi rozwiązanie dla wychwytywania CO₂ oraz produkcji paliwa z biomasy organicznej, które potencjalnie mogłyby być odpowiednie dla mniejszych zakładów, w których nie można wdrożyć CCS. Jednak badania nad nim są nadal na dosyć wczesnym etapie. Aby odkryć jego pełny potencjał, należy promować dalsze badania.

4

Pięć równoległych dróg: EFEKTYWNOŚĆ PRODUKTÓW

4.1 Beton niskoemisyjny

Pokróctce:

- Po wyprodukowaniu cementu stosuje się kilka technik i procesów, które dodatkowo poprawiają ekologiczne właściwości betonu.
- Do technik tych należą: stosowanie wysokowartościowego cementu w celu optymalizacji jego ilości wykorzystywanej na tonę betonu, lokalne pozyskiwanie kruszywa, optymalizacja domieszek i składu betonu na etapie jego mieszania.
- Nowoczesne betony o wysokiej wytrzymałości pozwalają zmniejszyć objętość betonu potrzebnego do wzniesienia konkretnej budowli.
- Żadnego z tych działań nie uwzględniono w modelu redukcji emisji CO₂, ponieważ nie służą one zmniejszeniu oddziaływania samej produkcji cementu na środowisko.

Beton jest już produktem niskoemisyjnym w porównaniu z wieloma innymi powszechnie stosowanymi materiałami budowlanymi. Ogromną większość cementu wykorzystuje się jako spoiwo w betonie – miesza się go z wodą i kruszywami, aby uzyskać beton. Przedstawione pierwsze trzy równoległe drogi obejmują różne opcje zmniejszenia śladu węglowego cementu, ale aby bardziej zmniejszyć jego oddziaływanie, należy przeanalizować cały cykl jego życia, w tym sposób wykorzystania cementu w betonie. Istnieje kilka sposobów zmniejszenia oddziaływania betonu na środowisko:

Pozyskiwanie materiałów

Kruszywa i materiały odzyskane z odpadów budowlanych i rozbiórkowych są produktami stosunkowo tanimi, dostarczonymi średnio w promieniu mniejszym niż 40 km. W ujęciu ekologicznym i ekonomicznym lokalne zakłady obsługują lokalne rynki. Co więcej, cena zwykle

podwaja się po przekroczeniu wspomnianego promienia. Aby utrzymać niską emisję, kruszywa powinno się pozyskiwać lokalnie.

Cementy wysokowartościowe pozwalają na zmniejszenie zawartości cementu w betonie

Teoretyczną możliwością zmniejszenia emisji CO₂ związanej z budynkami betonowymi jest zastąpienie cementu konwencjonalnego wysokowartościowym. Zastosowanie wysokowartościowych rodzajów cementu pozwoli do pewnego stopnia zmniejszyć ich ilość potrzebną do wyprodukowania tej samej ilości betonu, lecz ten beton będzie miał wyższą zawartość klinkieru.

Obecnie prowadzi się zakrojone na szeroką skalę badania w celu sprawdzenia nowych kombinacji kruszyw do cementów wysokowartościowych, ale sama zawartość cementu nadal ma duży wpływ na urabialność i trwałość betonu. Zaczyn cementowy będący jego składnikiem zapewnia gęstą mikrostrukturę i gwarantuje zasadowość betonu, która zapobiega korodowaniu stalowego zbrojenia. Z tego względu przepisy i normy dotyczące konstrukcji betonowych określają minimalną zawartość cementu.

Domieszki

Poza cementem, żwirem, piaskiem i powietrzem, nowoczesny beton zawiera jedną lub więcej domieszek. Domieszki to środki chemiczne dodawane w bardzo niewielkich ilościach w celu zmodyfikowania cech mieszanki w stanie urabialnym oraz stwardniałego betonu. Obecnie około 80% betonu towarowego oraz do prefabrykatów jest modyfikowane domieszkami. Ilość domieszki zależy zazwyczaj od zawartości cementu i w przypadku większości takich dodatków mieści się w granicach 0,2-2,0% wagowych.



Obecnie prowadzi się zakrojone na szeroką skalę badania w celu sprawdzenia nowych kombinacji kruszyw do cementów wysokowartościowych, ale sama zawartość cementu nadal ma duży wpływ na urabialność i trwałość betonu.

Głównymi korzyściami ekologicznymi ze stosowania domieszek są:

- Zoptymalizowany projekt mieszanki – zmniejszenie ilości emisji CO₂, zużycia wody i energii przez poprawę efektywności składnika cementowego.
- Poprawiona płynność – zmniejszenie w czasie betonowania hałasu związanego z wibrowaniem i zużytej energii.
- Zmniejszona przepuszczalność – wydłuża trwałość betonu.
- Mniejsze uszkodzenia powodowane przez agresywne środowiska – w tym w warunkach morskich, zamarzania/rozmarzania, i temperatur ujemnych.
- Poprawa wyglądu – zapewnia lepsze wykończenie i mniejsze potrzeby remontowe w okresie eksploatacji.

Zastosowanie domieszek w celu optymalizacji składu mieszanki pozwala na zmniejszenie zużycia wody netto oraz wpływu betonu na zmiany klimatu o około 10-20%. Ponadto niektóre domieszki produkują się z odnawialnych źródeł, takich jak kukurydza lub drewno. W tym drugim przypadku, przedmiotowe środki chemiczne powstają jako produkt uboczny wytwarzania papierowej masy włóknistej, który w przeszłości był traktowany jako odpad i utylizowany.

Rygorystyczne próby wykazały, że domieszki te są związane w betonie i nie ulegają wypłukaniu do środowiska podczas jego okresu eksploatacji. Badania domieszek w scenariuszach końca cyklu życia dowiodły, że nawet przy rozdrabnianiu starego

betonu prędkość wypłukiwania domieszek jest tak mała, że ulegają one biodegradacji, zanim ich stężenie w środowisku naturalnym stanie się istotne.

Skład betonu

W celu poprawy lub uzyskania pewnych właściwości, w betonie można wykorzystać drobno zmielone materiały. Należą do nich dodatki praktycznie obojętne (typ I) oraz dodatki puculanowe lub utajone hydrauliczne (typ II). Dodatki do betonu to materiały, których użycie należy rozważyć przy wytwarzaniu betonu, chociaż jest to bardzo uzależnione od zastosowanego rodzaju cementu. Stosuje się te same materiały, które wykorzystuje się również jako składniki do produkcji cementu. Najczęściej stosowane dodatki do betonu to popiół lotny – produkt uboczny z opalanych węglem elektrowni, mielony granulowany żużel wielkopiecowy (ang. GBFS) – pozostałość z produkcji stali – oraz pył krzemionkowy zwany również mikrokrzemionką. Rzadziej stosowane dodatki to naturalne pucolany (popiół wulkaniczny), żużel metalurgiczny (ang. GSCem) oraz popiół z plew ryżowych.

Zalecenia polityczne

- Promowanie wiedzy know-how w sektorze betonu towarowego przez określenie podstawowych umiejętności technicznych wymaganych do projektowania mieszanki.
- Inwestowanie w badania nad opracowaniem nowych technologii szybszego badania trwałości nowych mieszanek betonowych.
- Popieranie procedur zamówień publicznych uwzględniających emisję w całym cyklu życia.


5 Pięć równoległych dróg: DALSI UŻYTKOWNICY

Cementu nigdy nie używa się samego. Zawsze miesza się go z innymi materiałami, aby uzyskać tynk, zaprawę oraz najważniejszy materiał: beton. Z tego względu branża zwraca uwagę na stosowanie produktu i prowadzi badania oraz rozwija produkty mające na celu poprawę charakterystyki ekologicznej betonu oraz określenia sposobów jego ponownego wykorzystania lub recyklingu. Żadne z potencjalnych oszczędności sygnalizowanych w niniejszych sekcjach nie zostały uwzględnione w naszych obliczeniach.

Dlaczego używa się betonu?

Beton to kompozytowy materiał budowlany wytworzony głównie z kruszywa, cementu i wody. Jest on najpowszechniej stosowanym sztucznym materiałem na świecie, produkowany jest w ilości prawie trzech ton na osobę rocznie, czyli dwukrotnie większej niż wszystkich innych materiałów łącznie, w tym drewna, stali, tworzyw sztucznych i aluminium.²²

Beton jest powszechnie wykorzystywany do budowy konstrukcji architektonicznych, fundamentów, ścian, nawierzchni, mostów, autostrad, dróg, pasów startowych, parkingów, zapór, zbiorników, rur, klatek schodowych, mebli, a nawet statków.



Beton jest produkowany w ilości prawie trzech ton na osobę rocznie, czyli dwukrotnie większej niż wszystkich innych materiałów łącznie, w tym drewna, stali, tworzyw sztucznych i aluminium.

²² <http://setis.ec.europa.eu>

Odpowiednie wykorzystanie powierzchni betonowej może pomóc zmniejszyć miejscowe nagrzewanie się i tym samym zapotrzebowanie na dodatkową energię wykorzystywaną do klimatyzacji.

Istnieje wiele słusznych powodów, dla których beton jest tak powszechnie stosowany na całym świecie:

■ *Wytrzymałość i trwałość*

Beton jest wykorzystywany w takich konstrukcjach, jak budynki, mosty, tunele i zapory ze względu na wzrastającą z upływem czasu wytrzymałość, której nie osłabia wilgoć, pleśń ani szkodniki. Trwałość czyni beton materiałem kluczowym dla zrównoważonego budownictwa.

■ *Uniwersalność*

Beton ma szeroką gamę zastosowań, w tym w budynkach, mostach, zaporach, tunelach, sieciach kanalizacyjnych, nawierzchniach, pasach startowych i drogach. Można go formować bez ograniczeń, co umożliwia architektom realizację wizji i aspiracji, budowanie przestrzeni i konstrukcji, które są eleganckie, tętnią życiem i są pełne światła.

■ *Znakomita pojemność cieplna*

Betonowe ściany i podłogi zmniejszają przewodzenie ciepła, a tym samym wahania temperatury. Obniża to zapotrzebowanie na energię zarówno do ogrzewania, jak i klimatyzacji, procentując oszczędnością energii przez cały rok w całym cyklu eksploatacji budynku.

■ *Niskie wymagania konserwacyjne*

Ponieważ beton jest chemicznie obojętny i spoisty, nie pleśnieje ani nie traci z upływem czasu swoich najważniejszych właściwości.

■ *Dostępność kosztowa*

W zestawieniu z innymi porównywalnymi materiałami budowlanymi beton jest mniej kosztowny w produkcji i bardziej dostępny cenowo.

■ *Odporność ogniowa*

Jako że beton charakteryzuje się naturalną odpornością ogniową, stanowi wysoce skuteczną barierę przeciwpożarową.

■ *Stosunkowo niska emisja CO₂*

Specyficzna emisja CO₂ z produkcji betonu i cementu jest stosunkowo niska w porównaniu z innymi materiałami budowlanymi.

■ *Efektywność energetyczna przy produkcji*

Przy wytwarzaniu betonu zużywa się mniej energii niż przy produkcji innych, porównywalnych materiałów budowlanych.

■ *Produkowany i używany lokalnie*

Relatywny koszt transportu lądowego zwykle ogranicza sprzedaż cementu i betonu do obszaru w promieniu 300 km od zakładu. Lokalne użytkowanie cementu i betonu minimalizuje emisję z transportu występującą w przypadku innych materiałów budowlanych, którymi handluje się na szerszą skalę.

■ *Efekt albedo*

Wysokie albedo (właściwości odbłaskowe) betonu stosowanego na nawierzchnie i ściany budynków oznacza odbicie większej ilości światła i pochłanianie mniejszej ilości ciepła, a tym samym niższe temperatury. Może to przyczynić się do redukcji efektu „miejskiej wyspy ciepła”, który jest bolączką wielu miast na świecie. Odpowiednie wykorzystanie powierzchni betonowej pozwala zmniejszyć miejscowe nagrzewanie się i tym samym zapotrzebowanie na dodatkową energię wykorzystywaną do klimatyzacji.

5.1 Rozwój inteligentnych budynków i infrastruktury

W konwencjonalnych budynkach zużywa się nawet 200 kWh/m²/rok. Dostępna obecnie technologia betonu pozwala wznosić budynki, w których zużywa się 50 kWh/m²/rok.

Pokróctce:

- Obecnie istnieją rozwiązania pozwalające wznosić nowe budynki, które w porównaniu ze swoimi tradycyjnymi odpowiednikami zrealizowanymi 20 lat temu zużywają o 60% mniej energii i powodują o tyle samo mniejszą emisję dwutlenku węgla w całym cyklu życia.
- Nowe budynki można wznosić z założeniem ich rozbiórki, a nie wyburzenia.
- Części budynków można następnie wykorzystać ponownie w całości lub jako elementy modułowe.

Okres użytkowania oznacza czas, w którym można oczekiwać, że budynek wytrzyma normalne warunki, jeżeli będzie prawidłowo konserwowany. Oczekiwany okres użytkowania budynku jest zwykle dość długi – wiele stuletnich budynków nadal zachowuje pełną funkcjonalność. Jednak w miarę pojawiania się nowych potrzeb infrastruktura i budynki będą często wymieniane przed upływem okresu eksploatacji. Na przykład obecnie coraz ważniejszą staje się efektywność energetyczna budynku, podobnie jak jego podatność do recyklingu po zakończeniu cyklu eksploatacji. W obydwu przypadkach beton ma ogromną rolę do odegrania, ponieważ pozwala zmniejszyć zapotrzebowanie na energię w cyklu eksploatacyjnym budynku o 2/3. Ponadto na końcu cyklu eksploatacji budynku beton można rozdrobnić i ponownie wykorzystać jako

kruszywo lub materiał do budowy dróg bądź jako surowiec do produkcji cementu.

Efektywność energetyczna: Obecnie istnieją przykłady budynków, w których wytwarza się więcej energii niż jej zużywa dzięki maksymalizacji korzyści wynikających z bezwładności cieplnej betonu wspartej uszczelnieniem budynku, wentylacją grawitacyjną, betonowymi żaluzjami i wykorzystaniem budynku jako platformy do montażu urządzeń wytwarzających energię odnawialną. W konwencjonalnych budynkach zużywa się nawet 200 kWh/m²/rok. Dostępna obecnie technologia betonu pozwala wznosić budynki, w których zużywa się 50 kWh/m²/rok.

Recykling i rozbiórka: Coraz częściej obserwuje się tendencje do uzupełniania tradycyjnego recyklingu betonu po wyburzeniu drugim modelem, w którym całe elementy betonowe zostają ponownie wykorzystane w pierwotnej formie. Powszechną techniką jest pozostawienie betonowej konstrukcji nośnej, a modernizowanie przestrzeni wewnątrz niej lub fasady/ściany osłonowej budynku. Podejście to pozwala oszczędzać zasoby naturalne i zapobiega konieczności utylizacji odpadów. Likwiduje również wpływ eksploatacji, produkcji i transportu zupełnie nowych materiałów na środowisko. Podejście to oparte jest na elastycznym projekcie pierwotnego budynku, który umożliwia przebudowę i zmianę funkcji w całym cyklu jego eksploatacji.



Inny trend polega na zakładaniu rozbiórki zamiast wyburzenia. W tym przypadku w nowej budowlu wykorzystuje się kompletne elementy budowlane, takie jak ściany lub płyty. Dobrym przykładem udanego ponownego wykorzystania jest Mehrow Residence koło Berlina. W tej nowej koncepcji mieszkaniowej wykorzystano ponownie kompletne wielkie płyty ściennie oraz płyty podłóg i sufitów z wyburzonego 11-piętrowego bloku. Jedyne znaczące koszty wiązały się z transportem pięcioletnich płyt i wykorzystaniem przewoźnego dźwigu do podniesienia ich na właściwe miejsca na placu budowy. Ponowne wykorzystanie prefabrykowanych płyt, uzyskanych zupełnie za darmo, pozwoliło uniknąć oddziaływania ich utylizacji na środowisko oraz zaoszczędzić na kosztach materiałów. W rzeczywistości poddany recyklingowi budynek z płyt betonowych może zużywać trzy razy mniej energii i być o około 30-40% tańszy niż podobny dom zbudowany na nowej ramie konstrukcyjnej z zupełnie nowych materiałów.

Stosunkowo nowa forma budownictwa oparta jest na konstrukcjach betonowych wykonanych z prefabrykatów z zastosowaniem połączeń skręcanych lub spawanych zaprojektowanych tak, aby dało się je rozmontować bez żadnych lub prawie żadnych uszkodzeń. W Holandii, gdzie wyburzanie jest dobrze zorganizowane, a poziomy odzysku

niezmiernie wysokie, opracowano specjalne systemy budowlane pozwalające na demontaż całych budynków i ich dostarczanie na nową działkę.

Zalecenia polityczne

- Opracowanie normy bezwładności cieplnej, którą można by uwzględnić w prawie budowlanym w celu zagwarantowania pełnego wykorzystania tej cechy w budynkach.
- Zachęcanie do stosowania obliczeń zużycia energii w pełnym cyklu życia przy wybieraniu najkorzystniejszych materiałów do wznoszenia nowych budynków.
- W odpowiednich przypadkach rozważyć przebudowę jako alternatywę dla remontu.

Inny trend polega na zakładaniu rozbiórki zamiast wyburzenia. W tym przypadku w nowej budowlu wykorzystuje się kompletne elementy budowlane, takie jak ściany lub płyty.

5.2 Beton z recyklingu



Pokróctce:

- Rozdrobniony beton można wykorzystać jako kruszywo do betonu.
- Stwardniała frakcja cementowa betonu może być poddana przeróbce na surowiec do produkcji cementu.
- Wtórne kruszywo betonowe można wykorzystać ponownie jako podbudowę lub zasypkę do wielu zastosowań.

W Europie co roku powstaje około 200 mln ton odpadów budowlanych i rozbiórkowych.

Na szczęście na końcu cyklu eksploatacji beton można poddać recyklingowi, co zmniejsza jego oddziaływanie na środowisko. Cel „zerowego składowania na składowiskach” dla betonu można osiągnąć dzięki uważnemu opracowywaniu koncepcji i projektu konstrukcji oraz dzięki skutecznej renowacji lub wyburzeniu budynków. Beton odzyskany z odpadów budowlanych można rozdrobnić i użyć jako kruszywo, głównie na podłoża i podbudowy dróg, ale można również wytwarzać nowy beton z wykorzystaniem pewnego udziału wtórnego kruszywa betonowego. Stwardniałą frakcję cementową wtórnego kruszywa betonowego można z powodzeniem wykorzystać ponownie w procesie wytwarzania klinkieru cementowego. Jednak w przypadku większych

ilości potrzebne byłyby sprawniejsze techniki separacji i przeróbki pozwalające wyprodukować wystarczająco czysty i jednolity surowiec.

Rozdrobniony beton wykorzystuje się głównie do budowy dróg, ulic, placów i parkingów, ale można go także stosować jako zasypkę wykopów pod rury, do konstrukcji z zakresu inżynierii środowiska lub na fundamenty budynków²³. W tego rodzaju zastosowaniach wtórne kruszywo betonowe jest szczególnie użyteczne, ponieważ cechuje się lepszymi parametrami zagęszczenia, a ponadto jest zwykle tańsze niż materiał pierwotny.

W celu wykrywania obecności ewentualnych niebezpiecznych substancji lub środków chemicznych, które mogłyby być wymywane do środowiska, stworzono uporządkowany system kontroli jakości wtórnego kruszywa betonowego.

Wyzwania

Aby móc lepiej prowadzić recykling stwardniałej frakcji cementowej z rozdrobnionego betonu, konieczne jest istotne udoskonalenie dzisiejszej technologii separacji. Dotyczy to oddzielenia drobnych frakcji betonu od stwardniałego cementu, ale również oddzielenia betonu od innych materiałów budowlanych.

Zalecenia polityczne

- Opracowanie odpowiednich wskaźników pozwalających oceniać efektywność surowcową na podstawie całego cyklu życia, tak aby zawsze były określane najbardziej optymalne ekologicznie i ekonomicznie zastosowania odpadów budowlanych poddawanych recyklingowi.
- Znowelizowanie miejscowego prawa budowlanego, aby zachęcało do zwiększania zawartości materiałów z recyklingu w różnych zastosowaniach. Taka nowelizacja prawa będzie skuteczna pod warunkiem istnienia efektywnych systemów badania i certyfikacji materiałów.
- Popieranie opracowań technik budowlanych umożliwiających łatwe sortowanie odpadów budowlanych i rozbiórkowych.

²³ Źródło: Sustainable benefits of concrete structures, European Concrete Platform (Zalety konstrukcji betonowych w zakresie zrównoważonego rozwoju, Europejska Platforma Betonu)

5.3 Rekarbonatyzacja

Pokróctce:

- Ze względu na swój skład mineralny budowle betonowe powoli reagują z powietrzem i stopniowo ponownie pochłaniają dwutlenek węgla w cyklu eksploatacyjnym budynku.
- Ta ponowna karbonatyzacja odbywa się głównie na powierzchni.
- W trakcie rozbierania budowli wtórne kruszywo betonowe należy poddać działaniu powietrza, aby wykorzystać pełną możliwość ponownej karbonatyzacji przed jego zastosowaniem jako podłoża lub zasypki.

W okresie eksploatacji budowli betonowej (takiej jak budynek lub droga) zhydratyzowany cement zawarty w betonie reaguje z CO_2 z powietrza. Część CO_2 wyemitowanego w czasie produkcji cementu zostaje ponownie pochłonięta przez cement w drodze karbonatyzacji, czyli reakcji zwanej również rekarbonatyzacją cementu.

Karbonatyzacja betonu zachodzi na jego powierzchni w kontakcie z powietrzem i wilgocią, a następnie postępuje w głąb betonu w tempie odwrotnie proporcjonalnym do jego jakości.

Beton konstrukcyjny do żelbetowych budynków oraz infrastruktury lądowej i wodnej projektuje się tak, aby wytrzymał od 50 do ponad 100 lat. W przypadku tych rodzajów betonu karbonatyzacja postępuje bardzo powoli i nie jest prawdopodobne, aby sięgnęła głębiej niż parę milimetrów (5-20 mm) do wewnątrz przez cały cykl eksploatacyjny budowli. Na koniec cyklu eksploatacji budowle żelbetowe można wyburzyć. Jeżeli beton zostanie następnie rozdrobniony, to wzrośnie jego powierzchnia wystawiona na działanie czynników zewnętrznych, co przyspieszy prędkość karbonatyzacji. Jej zakres będzie jeszcze większy, jeżeli zapasy wtórnego kruszywa betonowego zostawi się wystawione na działanie powietrza przed ich ponownym wykorzystaniem.

Przeprowadzono badania w celu przeanalizowania potencjału ponownej karbonatyzacji. Wykazały one, że 5-20% dwutlenku węgla wyemitowanego w procesie wytwarzania cementu zostaje pochłonięte w okresie użytkowania betonu, a kolejne 5-10% we wtórnym cyklu eksploatacji po



recyklingu. Oznacza to, że jeżeli stosuje się właściwą praktykę recyklingu, pochłonięte może zostać do 25% pierwotnie wyemitowanego CO_2 .

Redukcji emisji dzięki karbonatyzacji nie uwzględniono w modelu, ponieważ stanowi element dalszego łańcucha użytkowania.

Wyzwania

Aby skorzystać z potencjału wiązania dwutlenku węgla, wtórne kruszywo betonowe należy wystawić na kontakt z atmosferycznym CO_2 na okres kilku miesięcy przed jego wykorzystaniem (np. na podłożę drogi), a to wymagałoby nowego podejścia do gospodarki odpadami budowlanymi.

Zalecenia polityczne

- Należy promować badania podstawowe służące zrozumieniu pełnego potencjału ponownej karbonatyzacji. Ponadto, w zależności od wyników badań, osiągnięcie pełnego potencjału tej reakcji wymaga innowacyjnej polityki w zakresie postępowania z odpadami budowlanymi w formie rozdrobnionego betonu.
- Zapewnienie prawidłowej praktyki sortowania odpadów budowlanych i rozbiórkowych oraz recyklingu betonu w celu optymalizacji wiązania CO_2 po zakończeniu okresu użytkowania.
- Rozbiórka i recykling powinny nadal stanowić najlepsze rozwiązania z punktu widzenia efektywności emisyjnej. Jednak nie zawsze są one możliwe. W takich przypadkach należy jednak promować rozdrobnienie i wystawienie na powietrze, aby umożliwić ponowną karbonatyzację.

5.4 Zrównoważone budownictwo

Produkcja cementu a droga do osiągnięcia celów UE w zakresie redukcji emisji CO₂.

Pokróctce:

- Ze względu na swoją pojemność cieplną beton nadaje budynkom większą naturalną efektywność energetyczną.
- Betonowe drogi zmniejszają zużycie paliwa przez pojazdy, zwłaszcza ciężarowe.
- Duża trwałość czyni beton materiałem kluczowym dla zrównoważonego budownictwa.

Beton jako kamień węgielny zrównoważonego budownictwa

Możliwości redukcji emisji nie ograniczają się wyłącznie do procesu produkcji cementu, ale występują również w całym cyklu życia powstających z niego produktów, a więc betonu. W rzeczy samej, sposób postępowania z betonem może się bardziej przyczynić do osiągnięcia celów UE dotyczących redukcji emisji CO₂ niż proces produkcji cementu. Jednym z najważniejszych obecnie zagadnień ekologicznych jest zużycie energii w budynkach, ponieważ odpowiadają one za około 35% łącznej emisji gazów cieplarnianych w UE²⁴ (w tym emisję bezpośrednią i pośrednią z wytwarzania energii elektrycznej). Ponieważ budownictwo betonowe daje większy potencjał oszczędności energii niż inne materiały budowlane, to dzięki wznoszeniu budynków o bardzo niskim zużyciu energii może stać się kluczowym czynnikiem pozwalającym osiągnąć ambitne cele UE.

²⁴ Europejska Agencja Środowiska

Budynki betonowe pozwalają osiągnąć istotną oszczędność energii w okresie użytkowania, a to ze względu na dużą pojemność cieplną powodującą, że temperatura wewnętrzna utrzymuje się na stabilnym poziomie mimo wahań temperatury zewnętrznej. Beton osiąga bardzo dobre parametry w precyzyjnych i kompleksowych analizach porównawczych z innymi materiałami budowlanymi. Dla przykładu: w obszarze efektywności energetycznej, oszczędność energii w budynkach betonowych (5-15%) na etapie użytkowania/eksploatacji z łatwością kompensuje ilości energii zużyte na etapie produkcji i montażu tych budynków (4-5%). Ponieważ obecnie 88-98% emisji, w całym cyklu życia budynku, powstaje na etapie jego użytkowania, możliwa oszczędność zapewniana przez budynki betonowe w okresie ich gospodarczej użyteczności może w pełni skompensować początkową emisję wynikającą z produkcji cementu.

Poza swoimi naturalnymi właściwościami dotyczącymi pojemności cieplnej beton umożliwia także montaż ulepszonych układów chłodzenia, takich jak systemy chłodzenia statycznego z przewodami wody lodowej wbudowanymi w konstrukcję betonową. Beton zapewnia też większą hermetyczność i umożliwia sprawniejszą instalację układów wentylacji oraz osłon zaciemniających, które minimalizują zysk ciepła z nasłonecznienia, a zwiększają do maksimum ilość

Z powodu swojej jaśniejszej barwy beton w porównaniu z asfaltem ma również wysoki efekt albedo, czyli współczynnik odbicia światła. Oznacza to, że może on ograniczyć potrzebę oświetlenia ulic oraz efekt wyspy termicznej w obszarach zabudowanych. Ponadto koszty nawierzchni betonowej w całym jej cyklu życia są niższe niż asfaltowej.

gorącego lub zimnego powietrza mającego styczność z tym materiałem.

Łącząc wszystkie powyższe elementy, można zmaksymalizować pojemność cieplną betonu, co daje mu dużą przewagę nad innymi materiałami i umożliwia wznoszenie budynków betonowych o niskim zużyciu energii, obniżonym ze średnio 200-150 kWh/m² do 50 kWh/m², a nawet budynków o zerowej emisji²⁵.

W sektorze transportu, który odpowiada za 20% łącznej emisji gazów cieplarnianych w Europie, beton również przyczynia się do redukcji emisji CO₂ w sposób ekonomiczny. Zgodnie z badaniami naukowymi betonowe nawierzchnie, dzięki ograniczeniu oporów toczenia między drogą a pojazdem, pozwalają ograniczyć zużycie paliwa przez duże samochody ciężarowe nawet o 6%. Wynika to z faktu, że nawierzchnia betonowa ma gładszą i mniej falistą powierzchnię niż asfaltowa. Zużycie paliwa można ograniczyć jeszcze bardziej dzięki mniejszym potrzebom remontowym, przekładającym się na mniejsze zatopy drogowe. Z powodu swojej jaśniejszej barwy beton w porównaniu z asfaltem ma również wysoki efekt albedo, czyli współczynnik odbicia światła. Oznacza to, że może on ograniczyć potrzebę oświetlenia ulic oraz efekt wyspy termicznej w obszarach zabudowanych. Ponadto koszty nawierzchni betonowej w całym jej cyklu życia są niższe niż asfaltowej. Z badań opublikowanych przez Administrację Drogową Regionu Walonii w Belgii wyciągnięto wniosek, że konstrukcje betonowe stają się bardziej opłacalne kosztowo od bitumicznych w 7. roku po wybudowaniu, a ich okres użyteczności przekracza 30 lat.

Zalecenia polityczne

- Konieczne jest położenie silnego nacisku na inwestycje w sektor budownictwa, który tworzy wzrost gospodarczy i miejsca pracy, a tym samym ma kluczowe znaczenie dla ożywienia gospodarki Europy.



- Należy opracować systemy finansowania zachęcające indywidualnych właścicieli domów do poprawy efektywności energetycznej swoich budynków przez ich remont lub przebudowę.
- Polityka powinna być oparta na parametrach eksploatacyjnych budynków i uwzględniać oddziaływanie w całym cyklu życia. Prekursorem w tym zakresie może być polityka zamówień publicznych.
- W odpowiednich przypadkach należy zawsze rozważyć przebudowę jako alternatywę dla remontu.
- Ocena zrównoważonego charakteru musi odbywać się na poziomie budynku i uwzględniać jego oddziaływanie przez cały jego cykl życia.
- Zasady urbanistyczne i reguły zamówień publicznych muszą uwzględniać długoterminową perspektywę, aby popierać najbardziej zrównoważone rozwiązania.
- Należy zachęcać do poprawy efektywności energetycznej obecnych zasobów budowlanych, np. przez zapewnienie indywidualnym właścicielom domów zachęt finansowych do remontu lub przebudowy.

²⁵ Energy efficiency in Buildings (Efektywność energetyczna w budynkach), kwiecień 2009, WBCSD; Qualité environnementale des bâtiments, BBC, październik 2009, Infociments

Przyszłość





Koen Coppenholle
Dyrektor Wykonawczy CEMBUREAU


Jako społeczeństwo stoimy przed całą serią przytłaczających wyzwań, choćby takich jak powolny lub zerowy wzrost gospodarczy, urbanizacja, zmiany klimatu, rosnące koszty energii. Jako firmy o obywatelskiej postawie bierzemy na siebie część odpowiedzialności za stawienie czoła tym wyzwaniom, robiąc jednocześnie co w naszej mocy, aby zmniejszyć oddziaływanie naszej branży na środowisko.

Cement i beton przez zrównoważone inwestycje w budynki i infrastrukturę będą miały kluczowe znaczenie w radzeniu sobie z wieloma krytycznymi problemami dnia dzisiejszego. Jednak muszą im towarzyszyć skoordynowane działania w celu redukcji naszej emisji. Popieramy koncepcję celu redukcji emisji do roku 2050 o 80% i zobowiązujemy się przyczynić do osiągnięcia tego celu. Nasza branża już pomaga w spełnianiu obecnych celów w zakresie efektywności energetycznej dotyczących niskiej emisji i niewielkiego zużycia energii w całym cyklu życia w sektorze budowlanym przez dostarczanie materiałów kluczowych do wznoszenia budynków o bardzo niskim lub nawet zerowym zużyciu energii.

Dla mnie, jako nowo mianowanego Dyrektora Wykonawczego CEMBUREAU, proces opracowania tej mapy drogowej był fascynujący. Pozwolił on naszej branży pokazać się z najlepszej strony i zjednoczył wiele różnych osób zarówno z branży, jak i spoza niej, przy osiągnięciu wspólnego celu.

Przemysł cementowy i betonowy może pomóc Europie w osiągnięciu jej strategicznych celów w zakresie, rozwoju, innowacji, potrzeb społecznych oraz klimatu i energii.

Niniejsza mapa drogowa jest wynikiem otwartych dyskusji wewnątrz branży oraz z osobami zainteresowanymi spoza niej. Na różnych etapach jej opracowywania o wkład poproszono organizacje pozarządowe, polityków i agencje międzynarodowe. Naszkicowane tutaj rozwiązania to rzeczywistość, a nie mrzonka. Choć niektóre z opisanych technologii są nadal na wczesnym etapie rozwoju, to nie są też abstrakcyjnymi pomysłami. Niestety, nie ma cudownego leku na wszystkie bolączki. Do osiągnięcia naszych celów



Uważamy, że jeśli połączymy siły, możemy zbudować mocną europejską bazę przemysłową w ramach spójnej polityki przemysłowej zgodnej ze wszystkimi trzema filarami zrównoważonego rozwoju.

przyczyni się połączenie sprawności procesu, wyboru surowców, zrównoważonych źródeł paliwa, ciągłej innowacyjności i przełomowych technologii. Przemysł cementowy i betonowy może odegrać kluczową rolę, pomagając Europie osiągnąć jej cele, ponieważ jego wizja jest zbieżna z europejskimi wymaganiami i strategicznymi celami w zakresie zatrudnienia, innowacyjności, edukacji, integracji społecznej, ochrony klimatu i energii.

Jednak celów tych nie jesteśmy w stanie osiągnąć sami.

Jesteśmy częścią przemysłowego krajobrazu Europy i aby zrealizować konkretne elementy niniejszej mapy drogowej, musimy polegać na innych branżach, rządach i organizacjach. Na przykład zastosowanie substytutów klinkieru sprawdzi się tylko wówczas, jeżeli będziemy mieli dostęp do stałych dostaw produktów ubocznych. Innym przykładem jest wychwytywanie i składowanie dwutlenku węgla stanowiące kluczowy element niniejszej mapy drogowej, które będzie jednak wymagało akceptacji, polityki oraz infrastruktury, zanim wyjdzie poza etap pilotażowy.

Cement jest nadal produktem lokalnym wytwarzanym w zakładach, które często stanowią gospodarczy fundament mniejszych społeczności, więc produkcja i innowacje często odbywają się w skali lokalnej. Europa przoduje w zakresie innowacji w cementie

i betonie, a ośrodki badawcze na całym kontynencie pracują nad udoskonaleniem jego właściwości funkcjonalnych i zmniejszeniem ekologicznego oddziaływania produktów i procesów produkcyjnych, wyraźnie dostosowanych do potrzeb Europy. Jednak cement jest stosunkowo standardowym towarem masowym, a jego lokalna produkcja, szczególnie w pobliżu portów, jest zagrożona przez import z krajów o niższych kosztach produkcji lub mniej rygorystycznych wymogach ekologicznych.

Uważamy, że jeśli połączymy siły, możemy zbudować mocną europejską bazę przemysłową w ramach spójnej polityki przemysłowej zgodnej ze wszystkimi trzema filarami zrównoważonego rozwoju. Zagwarantowanie konkurencyjnego przemysłu przez zwracanie odpowiedniej uwagi na dostęp do energii i surowców po akceptowalnych cenach oraz przewidywalność prawodawstwa jest warunkiem koniecznym dla przetrwania przemysłu cementowego w Europie i jego dalszego wkładu w rozwój, innowacyjność i zatrudnienie. Mamy nadzieję, że niniejsza mapa drogowa stanie się podstawą dalszego dialogu z szeroką gamą zainteresowanych stron zarówno z branży, jak i spoza niej oraz zasugeruje dalsze poglądy na temat tego, jak możemy współpracować przy rozwoju niskoemisyjnego społeczeństwa.

Koen Coppenholle
Dyrektor Wykonawczy CEMBUREAU

ZAŁĄCZNIK 1:

Europejskie normy dotyczące cementu i betonu

Cement

Europejska norma cementowa EN 197-1 „Cement – część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku” określa 27 różnych produktów będących cementami powszechnego użytku i ich składniki. Norma ta obejmuje wymagania dotyczące składników i właściwości w sensie parametrów mechanicznych, fizycznych i chemicznych wszystkich 27 produktów.

Zdefiniowano trzy normatywne klasy wytrzymałości po 28 dniach (32,5, 42,5 i 52,5). Ponadto w każdej normatywnej klasie wytrzymałościowej uwzględniono trzy klasy wytrzymałości wczesnej: niska, zwykła i wysoka wytrzymałość wczesna.

Powyższe 27 produktów podzielono na następujących pięć głównych typów cementu:

- Cement portlandzki CEM I (>95% klinkieru)
- Cement portlandzki wieloskładnikowy CEM II (65-94% klinkieru)
- Cement hutniczy CEM III (5-64% klinkieru)
- Cement pucolanowy CEM IV (45-89% klinkieru)
- Cement wieloskładnikowy CEM V (20-64% klinkieru)

Beton

Europejską normę betonową EN 206-1 „Beton – część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność” stosuje się do betonu w konstrukcjach betonowanych na placu budowy, konstrukcjach prefabrykowanych oraz do prefabrykowanych produktów konstrukcyjnych do wznoszenia budynków oraz obiektów inżynierii lądowej i wodnej. Beton może być mieszany na placu budowy, w towarowych betoniarniach lub produkowany w zakładzie prefabrykacji wyrobów betonowych.

Norma określa wymagania dotyczące:

- Materiałów, czyli składników betonu
- Właściwości mieszanki i betonu
- Ograniczeń dotyczących składu betonu

EN 206-1 jest normą dobrowolną, a nie zharmonizowaną. Odpowiednie klauzule dopuszczają stosowanie norm krajowych lub przepisów obowiązujących w miejscu wykorzystania betonu w przypadku, gdy w całej Europie nie uzgodniono rozwiązań ogólnych. Członkowie Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego w ramach wprowadzenia EN 206-1 w swoim kraju przedstawiają w krajowym uzupełnieniu przepisy wynikające z historycznych doświadczeń w stosowaniu cementów w betonie do konkretnych zastosowań. W wielu przypadkach przepisy te obejmują również wykorzystanie różnych dodatkowych składników cementu (materiałów nieorganicznych) uznanych za odpowiednie do tych zastosowań.

Różne warunki klimatyczne, dostępność surowców oraz doświadczenia doprowadziły do istotnych różnic w normach, przepisach i praktykach na rynkach lokalnych i regionalnych w zakresie sposobu wykorzystania różnych rodzajów cementu do różnych zastosowań. Wynika to z historycznej wiedzy o właściwościach cementu w jego licznych zastosowaniach.

ZAŁĄCZNIK 2:

Zrównoważona produkcja cementu

Współprzetwarzanie alternatywnych paliw i surowców

Cementownie są niezbędną częścią krajobrazu przemysłowego Europy i coraz ważniejszymi partnerami w innowacyjnej gospodarce odpadami zwanej współprzetwarzaniem. Współprzetwarzanie odpadów obejmuje wykorzystanie zarówno wartości opalowej do ogrzania pieca, jak i materialnych składników popiołu z paliwa jako surowca, tym samym zmniejszają nasze zapotrzebowanie na surowce naturalne.

W piecu cementowym można wykorzystać wiele różnych rodzajów przemysłowych produktów

rynków. Brak akceptacji ze strony samorządów i społeczności lub interesy innych przedsiębiorstw mogą ograniczyć odbiór materiałów odpadowych przez branżę cementową. W niektórych krajach europejskich wykorzystuje się niewiele alternatywnych zasobów, więc istnieje oczywisty potencjał zwiększenia skali współprzetwarzania z korzyścią dla środowiska, branży i społeczeństwa.

Zasady współprzetwarzania w pigułce

Współprzetwarzanie stanowi rozwiązanie pozwalające wykorzystać zarówno odpady, jak i produkty uboczne przemysłu w sposób maksymalizujący ich potencjał, czyli zarówno

Trzy razy zysk

Wykorzystanie odpadów i produktów ubocznych przynosi potrójny zysk. Przemysł cementowy pomaga innym branżom lub gminom zutylizować odpady, a w zamian za to uzyskuje dostęp do tanich źródeł paliwa i surowców. Ponadto współprzetwarzanie zmniejsza uzależnienie od paliw kopalnych, potrzebę eksploatacji surowców skalnych i zapobiega składowaniu odpadów na składowiskach. Ma również bezpośredni wpływ na obniżenie emisji dwutlenku węgla, ponieważ zmniejsza się ilość naturalnych surowców potrzebnych do wytwarzania klinkieru.

ubocznych, odpadów i biomasy, w tym paliwo odpadowe RDF, oleje przetworzone, odpady drewniane, osady ściekowe, zużyte opony, tworzywa sztuczne, mączkę kostną i impregnowane trociny. Substancje pozostałe po odzyskaniu wartości opalowej z tych odpadów (czyli popiół) zostają związane w klinkierze w procesie wypalania i tym samym wykorzystane jako surowiec do produkcji cementu. Jednak nie można tego robić dowolnie, ponieważ skład chemiczny popiołu z paliwa musi być dopasowany do ogólnego składu mączki surowcowej. Z tego względu obowiązkowa jest dobra znajomość wartości opalowej i składu chemicznego każdego paliwa wykorzystywanego do wytwarzania cementu. W Europie stosowanie współprzetwarzania różni się pomiędzy poszczególnymi krajami ze względu na różne krajowe przepisy i/lub praktyki gospodarki odpadami lub specyficzne uwarunkowania lokalnych

odzyskać ich wartość opalową, jak i użyć pozostałości po tym procesie jako surowca. Współprzetwarzanie jest efektywne, ponieważ jest oparte na racjonalnych zasadach.

Współprzetwarzanie jest zgodne z hierarchią postępowania z odpadami:

- Współprzetwarzanie nie utrudnia działań mających na celu redukcję ilości odpadów.
- Współprzetwarzanie nie zastępuje odzyskiwania ani recyklingu, natomiast w gospodarce odpadami stanowi rozwiązanie pozwalające zmniejszyć ilość odpadów składowanych na składowiskach lub spalanych bez odzysku energii i materiałów.
- Współprzetwarzanie jest uważane za elastyczną, nieodłączną część nowoczesnej gospodarki odpadami, ponieważ stanowi

ekologicznie uzasadnioną metodę odzyskiwania zasobów.

- Współprzetwarzanie musi być zgodne z odpowiednimi międzynarodowymi umowami ekologicznymi²⁶.

Kontrola nad emisją i brak skutków zdrowotnych:

- Nieodłączne cechy pieców cementowych, tj. wysoka temperatura, stabilna eksploatacja, długi czas przebywania w nich materiałów i wysokie ilości alkalicznych surowców czynią współprzetwarzanie bezpieczną opcją odzyskiwania wartości z odpadów.
- Emisja z pieców cementowych opalanych paliwami alternatywnymi może być mniejsza niż z tych opalanych paliwami konwencjonalnymi.
- Współprzetwarzanie okazało się nawet bardzo przydatne w specyficznych przypadkach, takich jak bezpieczna utylizacja mączki mięsno-kostnej w Europie.

Brak zmian jakości cementu i betonu:

- Jakość produktu (klinkieru, cementu, betonu) musi być kontrolowana i w pełni zgodna z normami.
- Beton musi spełniać normy ekologiczne, np. dotyczące wymywania, co pozwala wykorzystywać go w zastosowaniach takich jak sieci wodociągowe.
- Jakość cementu powinna umożliwiać jego odzysk po zakończeniu okresu eksploatacji.

Spółki zajmujące się współprzetwarzaniem muszą posiadać kwalifikacje i potrafić:

- Przedstawić dokumenty dowodzące dobrej historii przestrzegania zasad ochrony środowiska i bezpieczeństwa oraz odpowiednie informacje stronie społecznej i właściwym organom administracyjnym.
- Zapewnić adekwatny personel, procesy i systemy, aby udowodnić swoje zaangażowanie w ochronę środowiska, bezpieczeństwo i higienę pracy.
- Zapewnić zgodność wszystkich działań z obowiązującymi zasadami oraz przepisami ustawowymi i wykonawczymi.
- Panować nad środkami produkcji i parametrami procesowymi koniecznymi do efektywnego współprzetwarzania materiałów odpadowych.
- Pozostawać w dobrych relacjach ze społeczeństwem oraz innymi podmiotami zainteresowanymi z lokalnych, krajowych i międzynarodowych systemów gospodarki odpadowej.

Wdrożenie współprzetwarzania musi uwzględnić krajowe uwarunkowania:

- Przepisy, procedury i wdrożenie muszą

uwzględniać specyficzne dla kraju wymogi i potrzeby.

- Stopniowe wdrożenie pozwoli rozwinąć konieczny potencjał i stworzyć systemy instytucjonalne²⁷.
- Kraje mogą maksymalizować wykorzystanie materiałów odpadowych jako paliw alternatywnych, aby unikać wyczerpywania lokalnych zasobów paliw kopalnych i/lub minimalizować potrzebę importu paliwa, tym samym zmniejszając krajowe koszty energii oraz emisję wynikającą z transportu.
- Współprzetwarzanie musi uwzględniać specyficzne uwarunkowania krajowe. Jednak najlepiej byłoby, gdyby specyficzne wymogi krajowe były możliwie jednolite na szczeblu UE, co pozwoli uniknąć różnego podejścia w różnych krajach.

Zastępowanie klinkieru innymi odpowiednimi materiałami

Część klinkieru wykorzystywanego w pewnych rodzajach cementu można zastąpić alternatywnymi materiałami. Dwoma głównymi przykładami są granulowany żużel wielkopiecowy, czyli produkt uboczny z procesu wytwarzania stali, oraz popiół lotny, jedna z pozostałości po spalaniu węgla w konwencjonalnych elektrowniach opalanych węglem.

Wykorzystanie tych dwóch produktów ubocznych do wytwarzania cementu nie jest niczym nowym – było ono powszechnie praktykowane przez dziesięciolecia i doprowadziło do powstania kilku innowacyjnych rodzajów cementu, nierzadko o innych, korzystnych cechach. Wykorzystanie tych produktów do wytwarzania cementu oznacza zrobienie dobrego użytku z milionów ton alternatywnych surowców zamiast ich składowania na składowiskach, ograniczenie zapotrzebowania na nowe surowce i obniżenie emisji CO₂ związanej z powstałym cementem.

W liczbach

Produkcja cementu to działalność masowa, a odpady i produkty uboczne występują w dużych ilościach. W roku 2010 europejski przemysł cementowy odzyskał lub poddał recyklingowi:

- Ponad 13 mln ton granulowanego żużla wielkopiecowego;
- Prawie 5 mln ton popiołów lotnych;
- Ponad 7 mln ton materiałów odpadowych takich jak opony, osady ściekowe i trociny.

Wykorzystanie odpadów lub produktów ubocznych przemysłu w cementowniach jest również uzasadnione z punktu widzenia finansów samorządów lokalnych lub regionalnych, ponieważ materiały te zostają odzyskane z wykorzystaniem istniejącej infrastruktury, bez ponoszenia kosztu budowy spalarni.

²⁶ Z Konwencją bazyilejską o kontroli transgranicznego przemieszczania i usuwania odpadów niebezpiecznych oraz z Konwencją sztokholmską w sprawie trwałych zanieczyszczeń organicznych.

²⁷ Źródło: Wytyczne w sprawie współprzetwarzania materiałów odpadowych w produkcji cementu, Partnerstwo Prywatno-Publiczne GTZ-Holcim

Rue d'Arlon 55, BE-1040 Brussels

Tel: +32 2 234 10 11 | Fax: +32 2 230 47 20

www.cembureau.eu

The full Roadmap is available at:

lowcarboneyconomy.cembureau.eu

Tłumaczenie i opracowanie wersji polskiej:



Stowarzyszenie Producentów Cementu

ul. Lubelska 29, 30-003 Kraków

tel. +48 12 423-33-55 | fax +48 12 423-33-45

e-mail: biuro@polskicement.pl

www.polskicement.pl



THE EUROPEAN
CEMENT ASSOCIATION

Comments on this roadmap are welcome and should be sent to
Jessica Johnson (aj.johnson@cembureau.eu)